

Saimaan ammattikorkeakoulu  
Tekniikka Lappeenranta  
Rakennustekniikan koulutusohjelma  
Rakennesuunnittelu

Jesse Virkalevo

## **Maalämmön toteuttaminen ja kannattavuus vanhassa kerrostalokohteessa**

Opinnäytetyö 2016

## Tiivistelmä

Jesse Virkalevo

Maalämmön toteuttaminen ja kannattavuus vanhassa kerrostalokohteessa,  
61 sivua, 8 liitettä

Saimaan ammattikorkeakoulu

Tekniikka Lappeenranta

Rakennustekniikan koulutusohjelma

Rakennesuunnittelu

Opinnäytetyö 2016

Ohjaajat: Opettaja Timo Sihvo, Saimaan ammattikorkeakoulu, aluepäällikkö

Tomi Käiväräinen, FCG Suunnittelu ja tekniikka

Tämän opinnäytetyön aiheena oli tutkia maalämmön toteuttamisen mahdollisuuksia ja kannattavuutta vanhoissa saneerattavissa kerrostalokohteissa. Työn tarkoitus oli myös tuottaa laskenta-alusta ja vertailla erilaisten energiasaneerausten investointien antamaa tuottoa eri aikaväleillä.

Opinnäytetyössä ei kiinnitetty huomiota yksityiskohtaisesti maalämmön asennukseen ja yksityiskohtiin vaan kerrottiin periaatetasolla maalämmön toiminta, lainsäädäntö ja mahdolliset ongelmat kerrostalokohteissa. Työn tarkoitus oli myös tuottaa tietopaketti, jonka voi esitellä taloyhtiöille tai muille FCG:n asiakkaille. Taloyhtiötä ja sen osakkaita kiinnostavat saneerausten hinnat, takaisinmaksuajat, saneerauksen tuoma säästö ja tuotto verrattuna muihin saneerausmenetelmiin. Tämä opinnäytetyö pyrki siis vertailemaan erilaisia menetelmiä ja antamaan hyvän yleiskuvan maalämmöstä vaihtoehtona energiasaneerauksessa.

Opinnäytetyössä pohdittiin myös saneerauksien tuomia muita hyötyjä, jotka eivät varsinaisesti vaikuta laskennalliseen kannattavuuteen saneerauksen osalta. Työn tuloksien pitäisi antaa lukijalle selkeä kuva, mitä hyötyjä on saavutettavissa milläkin saneerauksella ja mitä ne maksavat. Työn tulokset tukeutuvat tähän opinnäytetyöraporttiin ja tuloksissa on pyritty kertomaan tiivistetysti opinnäytetyön keskeisin asia FCG:n asiakkaille tärkeästä näkökulmasta.

Asiasanat: maalämpö, energiasaneeraus, energiasäästö, kustannustehokkuus

## **Abstract**

Jesse Virkalevo

Implementation and profitability in an old block of flats in geothermal energy,

61 Pages, 8 Appendices

Saimaa University of Applied Sciences

Technology Lappeenranta

Degree Programme in Civil and Construction Engineering

Specialisation in structural engineering

Bachelor's Thesis 2016

Instructors: Mr Timo Sihvo, teacher, Saimaa University of Applied Sciences, Mr

Tomi Käiväräinen, Head of Department, FCG Suunnittelu ja tekniikka

The main purpose of this Bachelor's Thesis was investigate possibilities and profitability of geothermal energy in old block of flats. The goal of the work was also create calculation program which can compare different energy renovation and earnings caused by renovation.

This Thesis didn't mind detailedly how ground source heat is mounted. It explains basics how ground source heating works and what laws and problems must be noticed. The objective was also create source of information which can be presented to the customers of FCG. Condominiums and customers were interested in how much renovations cost, how much they can save and how much investment can make earnings. The comparison of renovations is main purpose of this work.

This Thesis also thinks about other benefits of different renovations. The results of this Thesis should give clear vision about benefits and costs of each different renovation. The results of calculating program lean on to this raport and the final chapter explains summary the most important things of this thesis for the customers of FCG.

Keywords: Ground source heating, energy renovation, energy saving, cost-efficiency

# Sisältö

1	Johdanto .....	6
1.1	Työn tausta .....	7
1.2	Tavoitteet ja rajaukset .....	7
2	Kerrostalojen lämmitys Suomessa .....	7
2.1	Kaukolämpö lämmönlähteenä .....	7
3	Maalämpö .....	8
3.1	Toimintaperiaate .....	8
3.2	Lämmönkeruuputkisto .....	9
3.2.1	Vaakaputkisto maassa tai vedessä .....	9
3.2.2	Energiakaivo .....	10
3.2.3	Mitoitus .....	11
3.3	Maalämpöpumppuja koskeva lainsäädäntö .....	12
3.4	Maalämpö jäähdytyksessä .....	13
3.5	Maalämmön toteuttamisen rajoitukset .....	14
4	Rakennusten energiatehokkuuden parantaminen .....	14
4.1	Energiatehokkuuden parantaminen yleisesti .....	14
4.2	Rakennusten energiatodistus .....	16
4.3	Lisäeristäminen .....	17
4.4	Ikkunoiden ja ovien uusiminen .....	18
4.5	Lämmöntalteenotto (LTO)(PILP) .....	19
5	Saneerausten tuomat hyödyt ja haitat .....	21
5.1	Yleisesti .....	21
5.2	Maalämpösaneeraus .....	21
5.3	Lisäeristys .....	22
5.4	Ikkunoiden ja ovien uusiminen .....	22
5.5	Lämmöntalteenotto (LTO) .....	23
6	Tutkimuskohteet ja laskennan tulokset .....	23
6.1	Tutkimuskohteiden käyttö ja laskentamenetelmät .....	23
6.2	As Oy Gesterbyntie 3, Kirkkonummi .....	25
6.3	As Oy Kivelänkatu 1b, Helsinki .....	29
6.4	As Oy Itä-Taimela, Viiala .....	33
6.5	As Oy Suonionkatu 23, Lappeenranta .....	37
6.6	As Oy Suonionkatu 23, Lappeenranta .....	40
6.7	As Oy Vihermäki, Espoo .....	43
6.8	Soukanahde 6, Espoon asunnot Oy .....	47
6.9	As Oy Vuorikilpi, Jyväskylä .....	50
7	Kannattavuuden ja investoinnin tuoton vertailu .....	53
8	Yhteenveto ja pohdinnat .....	54
	Kuvat .....	56
	Kuviot .....	57
	Taulukot .....	58
	Lähteet .....	59

## Liitteet

Liite 1. Yhteenveto As Oy Gesterbyntie 3 laskennasta

Liite 2. Yhteenveto As Oy Kivelänkatu 1b laskennasta

Liite 3. Yhteenveto As Oy Itä - Taimela laskennasta

- Liite 4. Yhteenveto As Oy Suonionkatu 23 laskennasta (lisäeristys)
- Liite 5. Yhteenveto As Oy Suonionkatu 23 laskennasta (ikkunasaneeraus)
- Liite 6. Yhteenveto As Oy Vihermäki laskennasta
- Liite 7. Yhteenveto Soukanahde 6 laskennasta
- Liite 8. Yhteenveto As Oy Vuorikilpi laskennasta

## **Termit**

**COP** = Coefficient of Performance, lämpökerroin, ilmoittaa kuinka monta kW lämmitysenergiaa laite pystyy tuottamaan 1 kW sähköenergialla.

**E-luku** = Kuvaa rakennuksen energiankulutusta rakennuksen kokoon suhteutettuna.

**U-arvo** = Rakennuksen osan tai rakenteen lämmönläpäisykerroin, ilmoittaa kuinka paljon rakenne läpäisee lämpöä.

**LTO** = Lämmöntalteenotto

**PILP** = Poistoilmalämpöpumppu

**ROCE** = Return On Capital Employed, Sijoitetun pääoman tuotto

# 1 Johdanto

Suomessa on paljon 1960-luvun jälkeen rakennettuja kerrostaloja, jotka käyttävät huomattavan paljon energiaa uusien rakennusten energia- ja eristävyyskriteereihin verrattuna. Suuresta energiankulutuksesta seuraa myös suuret kustannukset. Nykyään pyritään rakentamisessa saamaan energiankulutus ja rakennusten aiheuttamat hiilidioksidipäästöt mahdollisimman pieniksi ja tämä koskee myös korjausrakentamista. Vanhoissa kerrostaloissa on paljon tarvetta näiden asioiden parantamiseen.

Tässä opinnäytetyössä tutkitaan, kuinka kannattavaa kerrostalojen olisi energiasaneerauksessa siirtyä maalämpöön tai onko jokin muu saneerausmenetelmä kannattavampi.

Opinnäytetyössä tehtävä laskenta-alusta toimii myös työkaluna määrittäessä tapauskohtaisesti kannattavinta saneerausmenetelmää. Laskennan ja tutkimusten esitietoina on käytetty jo toteutettuja kerrostalokohteita, joihin on tehty jonkinlainen energiasaneeraus, sekä lähdeluettelossa mainittuja lähteitä.

Rakennusten kulutustietojen perusteella vertaillaan saneerausten tuomaa tuottoa ja kustannuksia sekä vaikutuksia yhtiövastikkeeseen. Työn aikana kerätään tietoa taloyhtiöiltä, sen osakkailta, jälleenmyyjiltä sekä eri urakoitsijoilta. Työn tilaajana toimii FCG Lappeenranta ja työstä saatava laskenta-alusta tehdään myös FCG:lle sopivana mainos/esittelyasiakirjana, jonka voi helposti ja selkeästi esitellä FCG:n asiakkaille.

Opinnäytetyössä pohditaan myös, kuinka järkevää kyseisten kokoluokan rakennusten on siirtyä kokonaan uuteen lämmitysjärjestelmään. Pohdinnassa huomioidaan lämmitystehojen, laitteiston teknisen käyttöiän ja huollon tarpeen perusteella todellinen kannattavuus ja asumismukavuus.

## **1.1 Työn tausta**

Työn taustana oli mielenkiinto energia-asioihin ja niiden tutkimiseen sekä oman tiedon lisääminen aiheesta. Aihe opinnäytetyöhön tuli erilaisten aiheiden etsimisen tuloksena, sillä maalämpö ja sen hyödyntäminen rakennuskohteissa kiinnostivat. Aihe valikoitui lopulta koskemaan saneerattavia kerrostaloja, koska aiheesta ei ole vielä paljon kokemusta eikä vastaavanlaisia saneerauksia ole tehty kovin monia Suomessa.

## **1.2 Tavoitteet ja rajaukset**

Opinnäytetyö rajataan koskemaan vertailussaan yleisimmin käytettyjä energia-korjauksia eli lisäeristystä ja ikkunoiden uusimista sekä hieman uudempia korjaustapoja eli maalämpöä ja lämmöntalteenottoa poistoilmalämpöpumpulla. Perusvertailuna lämmityksessä käytetään kaukolämmitystä ja öljylämmitystä.

Työn tavoite on luoda vertailu ja helpottaa valintaa kannattavimman lämmitystavan ja energiasaneerauksen valintaan. Työn tuloksista saadaan eri saneerausten kustannusarviot ja tiiviit tietopaketit saneerauksen kannattavuudesta.

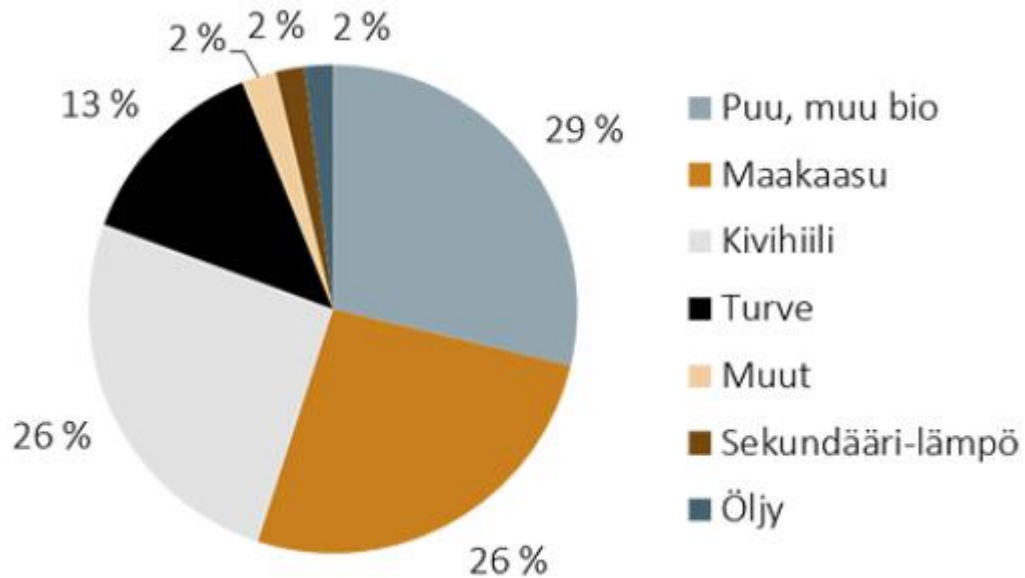
Työssä kerrotaan yleisesti eri energiasaneerausten perusmenetelmät ja työvaiheet, mutta työ ei käsittele yksityiskohtaisesti mitään teknistä tai rakennusfysikaalista ilmiötä saneerauksista johtuen. Työn tavoite on selvittää ja vertailla rakennusten energiainvestointien kannattavuutta.

# **2 Kerrostalojen lämmitys Suomessa**

## **2.1 Kaukolämpö lämmönlähteenä**

Suomen yleisin lämmitysmuoto kerrostaloissa on kaukolämpö. Kaukolämpöverkosta kattaa Suomessa lähes koko maan ja yli 90 % kerrostaloista käyttää kaukolämpöä lämmitysmuotonaan. Kaukolämpö on yksi luotettavimmista lämmitysratkaisuista, sillä verkostot ja laitokset huolletaan säännöllisesti. Lisäksi järjestelmää valvotaan jatkuvasti ja vikatilanteisiin puututaan nopeasti mahdollisissa häiriötilanteissa. (1)

Kaukolämmön tuotannossa voidaan käyttää pääpolttoaineena esimerkiksi maakaasua, turvetta tai hiiltä. Kuvassa 1. on esitetty kaukolämmön tuotannon polttoaineiden suhteelliset osuudet.



Kuva 1. Kaukolämmön tuotantoon käytettyjen polttoaineiden suhteelliset osuudet 2013 (1)

Kaukolämpö siirretään rakennuksille kuuman veden muodossa maan alaisissa putkistoissa eli kaukolämpöverkostossa. Rakennukset ottavat kaukolämmön vastaan lämmönjakokeskuksessa, josta lämpö siirretään rakennuksessa oleviin lämmönjakolaitteisiin kuten pattereihin, lattialämmitykseen tai ilmanvaihtoon. (2.)

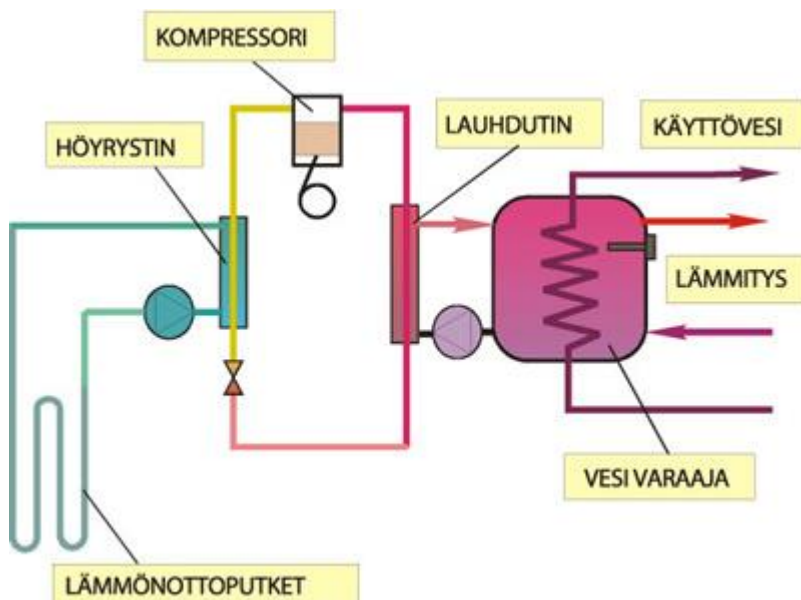
### 3 Maalämpö

#### 3.1 Toimintaperiaate

Maalämpö on maaperään, kallioon tai vesistöön varastoitunutta aurinkoenergiaa, jota maalämpöjärjestelmä käyttää hyväkseen. Maalämpöjärjestelmä kerää lämmön lämmönkeruuputkiston avulla, joka voidaan sijoittaa horisontaalisesti maaperään sekä vesistöön tai pystysuorasti kallioon porattuna, jolloin lämpö kerätään porakaivon eli energiakaivon avulla. (3;4;7, s. 7.)



Lämmönkeruuputkistossa kiertävä vesi-etanoliliuos lämpenee keruuputkistossa 1–4 °C:seen ja sen jälkeen neste kierrätetään lämpöpumpulle. Lämpöpumpun höyrystimessä lämmönkeruuneste luovuttaa maaperästä peräisin olevan lämpöenergian lämpöpumpun kylmäaineeseen. Kylmäaine höyrystyy ja höyry johdetaan kompressorille, jossa se paineistetaan lämpötilan nostamiseksi. Kuumentunut korkeapaineinen höyry johdetaan edelleen lauhduttimeen, jossa kylmäaine palautuu nesteeksi ja luovuttaa lämmön rakennuksen lämmitykseen käytettävään kiertovesijärjestelmään sekä käyttövesivaraajaan. Jäähdytynyt ja korkeapaineinen kylmäaine johdetaan paisuntaventtiiliin paineen laskemiseksi ja takaisin höyrystimeen. (3;4;7, s. 10 - 12.) Toimintaperiaate on esitetty kuvassa 2.



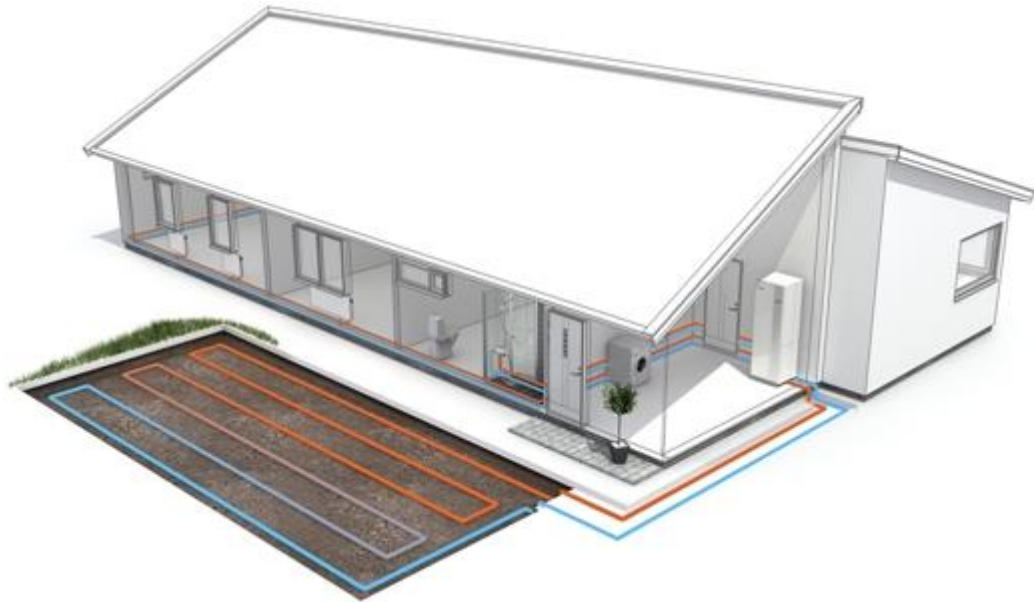
Kuva 2. Maalämpöpumpun toimintaperiaate ja komponentit (6)

## 3.2 Lämmönkeruuputkisto

### 3.2.1 Vaakaputkisto maassa tai vedessä

Lämmönkeruuputkisto asennetaan nimensä mukaisesti kulkemaan pintamaassa vaakatasossa routarajan alapuolella tai vesistössä pohjan tuntumassa. Vaakaputkiston huonoja puolia on mm. suuri tilantarve sekä huonompi energiate-

hokkuus energiakaivoon verrattuna. (4;7, s. 8 - 9.) Vaakaputkiston periaate on esitetty kuvassa 3.



Kuva 3. Vaakaputkiston asennusperiaate (8)

Vaakaputkiston käyttö rajoittuu lähinnä pien-, ja omakotitaloasumiseen, sillä kerrostalojen tontilla ja kaupunkialueella yleensä vaakaputkiston käyttö ei ole mahdollista tilanpuutteen tai maaperän vuoksi

### 3.2.2 Energiakaivo

Energiakaivo on maahan pystysuoraan tai vinoon porattava reikä, joka on yleensä 100–250 m syvä. Tarvittaessa porakaivoja porataan useampi rakennuksen lämmöntarpeen mitoituksen mukaisesti. Energiakaivon koko on tavallisimmin 115 mm ja sen sisään sijoitetaan lämmönkeruuputkiston meno-, sekä paluulinja.(4;7, s. 8 - 9.) Energiakaivon periaate on esitetty kuvassa 4.



Kuva 4. Energiakaivon periaate (9)

### 3.2.3 Mitoitus

Lämmönkeruuputkisto mitoitetaan rakennuksen energiantarpeen mukaan. energiantarpeeseen vaikuttaa rakennuksen eristyksen taso, jo tehdyt energia-saneeraukset, lämmityksen ja lämpimän käyttöveden tarve, ilmanvaihto sekä maantieteellinen sijainti. Myös maaperän ja kallion laatu ja koostumus vaikuttavat keruuputkiston mitoitukseen. Energiatarpeen mitoitus aloitetaan lähtökohtaisesti edellisten vuosien energiankulutustiedoilla ja muilla esitiedoilla sekä erilaisten laskentaohjelmien avulla, joilla pyritään optimoimaan laitteisto. (4;7, s. 30 - 32.)

Mitoituksessa huomioitavat asiat ovat keruuputkiston koko ja pituus, lämpökaivon porareikien syvyys ja määrä, sopivan kokoisen lämpöpumpun valinta. Lämpöpumppu voidaan mitoittaa joko täys-, tai osatehoisena. Lämpöpumpun tehomitoitus on käyttö-, ja investointikustannusten optimointia. Täystehomitoituksessa lämpöpumppu tuottaa kaiken rakennuksen tarvitseman energian ja tehon myös talven kylmimpinä päivinä. Osatehomitoituksessa lämpöpumppu tuottaa noin 60–85 % huipputehosta, jolloin se kattaa 90–98 % koko talon vuosienenergiasta. Osatehomitoituksessa kovimmilla pakkasilla lämpöpumppu ei riitä vaan lisälämmitys hoidetaan muulla toissijaisella lämmitystavalla. Lisälämmityk-

senä voi olla esim. sähkövastus, vanha öljykattila tai kaukolämpö. Yleensä osatehomitoitus on kannattavampi, koska säästöt investointikustannuksissa ovat täystehomitoituksen tuomia käytön aikaisia säästöjä suuremmat. (4;7, s. 30 - 32.)

Lämpöpumppujen tehoa kuvataan lämpökertoimella (COP= Coefficient of Performance). Lämpökerroin ilmaisee kuinka paljon lämpöenergiaa se tuottaa kuluttamansa sähköenergian suhteen. Tavanomainen lämpöpumpun lämpökertoimen keskiarvo on noin kolme, mikä merkitsee, että lämpöpumppu tuottaa 3 kW lämpöenergiaa 1 kW:n sähköteholla. (7, s. 30 - 32.)

Lämpökertoimia vertaillessa kannattaa ottaa huomioon annetun lämpökertoimen mittaolosuhteet. Matala lämpötila lämmönjakoverkostossa parantaa hyötysuhdetta ja kovilla pakkasilla lämmönjakoverkoston korkea lämpötila huonontaa hyötysuhdetta ja näin ollen myös lämpökerrointa. (7, s. 30 - 32.)

### **3.3 Maalämpöpumppuja koskeva lainsäädäntö**

Maalämpöä koskeva lainsäädäntö on muuttunut. 21.12.2012 voimaan tulleen maankäyttö-, ja rakennuslain (1999/132) 126a §:n mukaan maalämmön hyödyntämiseen tarkoitetun lämpökaivon poraaminen tai keruuputkiston asentaminen vaatii toimenpideluvan. Kunta voi kuitenkin vapauttaa luvanvaraisuuden rakennusjärjestykseen tehtävällä määräyksellä. Oman kunnan kanta asiaan on selvitettävä paikallisesta rakennusvalvonnasta. (7, s. 13 - 19; 8.)

Kaupunkialueilla ja keskustojen läheisyydessä maalämpöä suunniteltaessa on oltava yhteydessä paikalliseen rakennusvalvontaan, sillä maanalainen tila saatetaan olla kaavoitettu muuhun tarkoitukseen tai poraaminen ei ole mahdollista maanalaisien rakenteiden takia. (7, s. 13 - 19.)

Pohjaveden pilaamiskiellosta on säädetty ympäristönsuojelulain 8§:ssä. Tärkeillä pohjavesialueilla tulee huomioida käytettyjen kemikaalien vaarallisuus ja riskit pohjaveden pilaantumiseen. Riskejä voi aiheuttaa esim. lämmönkeruunesteiden vuotaminen, pintavesien pääsy pohjaveteen tai kalliossa sijaitsevien eri vesikerrosten sekoittuminen pohjaveteen. Pohjavesialueella lämmönkeruunesteinä

tulee käyttää ihmisille ja ympäristölle haitattomia aineita kuten vesi-etanoli liuosta tai kaliumformaattiliuosta. (7, s. 13 - 19.)

Lämpökaivojen sijainti ja mitoitus on otettava huomioon, jotta porauskalustolla on mahdollista päästä porattavalle alueelle. Lisäksi tulee myös varmistaa, että minimietäisyydet (Taulukko 1.) täyttyvät porareikien ja kaltevuuksien suhteen. Porareiät porataan pääasiassa niin, että porattu reikä pysyy kokonaan omalla tontilla minimietäisyyksien rajoissa. Lämpökaivo voidaan kuitenkin naapurin suostumuksella porata naapurikiinteistön puolelle ulottuvana vinoreikänä. Tässä tapauksessa saattaa olla syytä perustaa rasite. Tarvittaessa tehdään rasitesopimus ja se liitetään toimenpidelupahakemukseen. (7, s. 13 - 19.)

Kohde	Suosittelut minimietäisyys
Energiakaivo	15 m*
Lämpöputket ja kaukolämpöjohdot	3 m**
Kallioporakaivo	40 m
Rengaskaivo	20 m
Rakennus	3 m
Kiinteistön raja	7,5 m*
Kiinteistökohtaisen jätevedenpuhdistamon purkupaikka	Kaikki jätevedet 30 m, Harmaat vedet 20 m <sup>[14]</sup>
Viemärit ja vesijohdot	3 m (omat putket)-5 m (muiden putket)**
Tunnelit ja luolat	25 m, etäisyys selvitetään tapauskohtaisesti

\* porareian ollessa pystysuora

\*\* etäisyys riippuu maaperän laadusta, kaivussyvyydestä ja kaivantoon sijoitettavista putkista

Taulukko 1. Minimietäisyydet (7)

### 3.4 Maalämpö jäähdytyksessä

Maalämpöjärjestelmää voidaan käyttää lämmityksen lisäksi myös jäähdyttämiseen. Tällöin puhutaan maaviileästä eli passiivijäähdytyksestä. Etenkin kesäaikaan maalämpöjärjestelmän käyttäminen jäähdytykseen lisää asumismukavuutta huomattavasti. (11.)

Maaviileän toiminta perustuu maaperästä hyödynnettävään viileyteen, sillä maaperän lämpötila pysyy matalana ympäri vuoden. Termi passiivijäähdytys tulee siitä, ettei jäähdytykseen tarvitse käyttää erikseen sähkökäyttöistä jäähdytyskonetta. Maaviileäjäähdytys hyödyntää järjestelmän lämpökaivoa, jonka lämpötila on suoraan sopiva käytettäväksi jäähdytyksessä. (11.)

Jäähdytys toteutetaan puhallinkonvektorin avulla, jonka läpi järjestelmän lämmönkeruuneste kiertää. Puhallinkonvektori koostuu lämmönsiirtimestä sekä puhaltimesta, joka kierrättää huoneilmaa lämmönsiirtimeen läpi siirtäen huoneilman lämpöä lämmönkeruunesteeseen ja sen kautta maaperään. Toinen vaihtoehto on siirtää huoneilmasta saatua lämpöä lämpöpumpulle, joka käyttää lämpöenergian käyttöveden lämmittämiseen. (11.)

Maaviileän hyödyntämistä varten rakennukseen tulee asentaa erilliset putkiyhteet, joihin rakennuksen sisäinen putkijärjestelmä liitetään. Jäähdytykseen käytettävällä putkistolla tulee lisäksi olla oma kiertovesipumppunsa. (11.)

### **3.5 Maalämmön toteuttamisen rajoitukset**

Maalämmön ja energiakaivon toteuttamiseen liittyy joitakin rajoituksia ja ongelmatilanteita. Maalämmön käyttöä voi rajoittaa esimerkiksi maanalaiset rakenteet, jotka estävät energiakaivon toteuttamisen. Useimmista maa-aineslajeista pystytään hyödyntämään niihin varastoitunutta energiaa mutta lämmönkeruu soraharjualueella voi tuottaa ongelmia. Yleensä soraharjualueella joudutaan poraamaan syvemmälle, jotta tarvittava energia saadaan kalliosta ja siihen varastoituneesta lämmöstä. Pehmeän maan poraaminen aiheuttaa lisäkustannuksia, sillä porareikä joudutaan ympäröimään teräsputkella pehmeän maan osuudelta. (12.)

## **4 Rakennusten energiatehokkuuden parantaminen**

### **4.1 Energiatehokkuuden parantaminen yleisesti**

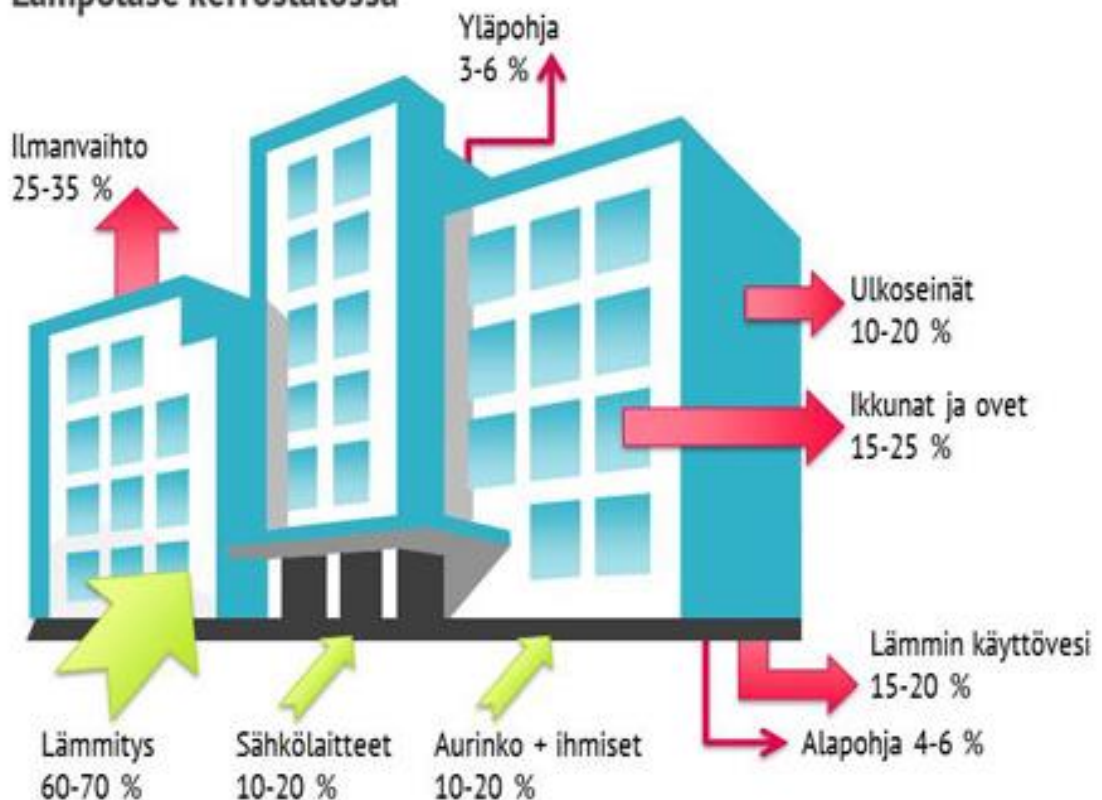
Uusien rakennusten eristyvyysvaatimukset kovenevat ja rakennuksissa pyritään hyödyntämään uusiutuvaa energiaa. Energiatehokkuuden tavoitteena on hiilidioksidipäästöjen vähentäminen ja rakennusten asumiskustannusten hillitseminen sekä asuinviihtyvyyden parantaminen. Valtaosa vanhojen kerrostalojen energiankulutuksesta meneekin tilojen lämmitykseen. Lämmityksen energiankäyttöä pyritään pienentämään monin keinoin ja rakennuksista pyritään tekemään koko ajan energiataloudellisempia ja vanhoja rakennuksia saneerataan

täyttämään paremmin nykynormeja ja tuomaan säästöjä lämmityskustannuksissa. (13; 20.)

Rakennusten energiatehokkuutta pyritään parantamaan niin materiaalien kuin energiamuodon valinnan avulla. Nykyaikainen tekniikka mahdollistaa matala-, passiivi-, nollaenergia-, energianeutraali- ja plusenergiatalojen uudis- ja korjausrakentamisen. (13.)

Rakennusten lämpötase vanhoissa kerrostaloissa (kuva 5.) antaa energiasaneerauksen suunnittelulle perusteita ja lähtökohtia, minkä laajuista ja miltä osin rakennuksen energiatehokkuutta halutaan parantaa. Kaikki rakennuskohteet tulee kuitenkin käydä yksityistapauksina läpi ja suunnitella rakennuskohtaisesti parhaat ja kannattavimmat saneerausmenetelmät.

### Lämpötase kerrostalossa

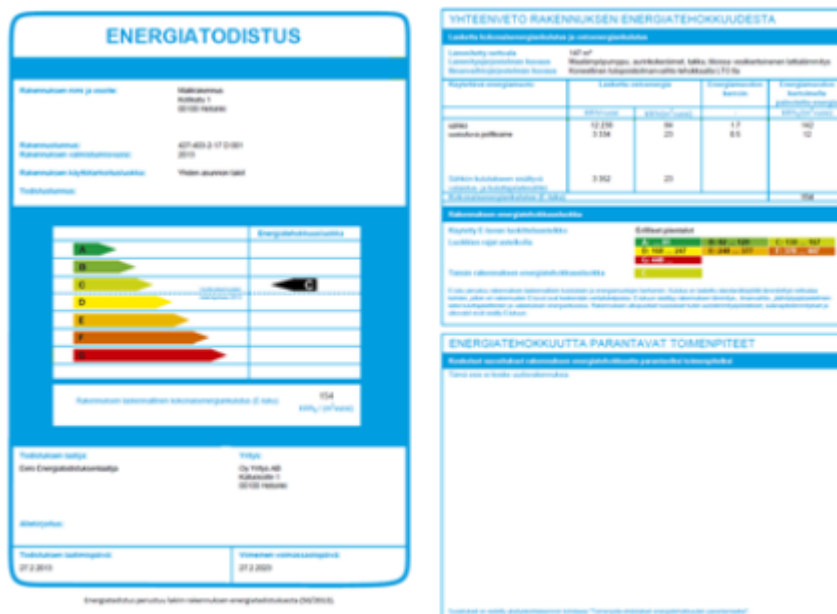


Kuva 5. Rakennuksen lämpötase kerrostalossa (14)

## 4.2 Rakennusten energiatodistus

Energiatodistus on rakennuksille määritettävä todistus, jolla voidaan vertailla rakennusten energiatehokkuutta etenkin osto tai vuokraustilanteessa. Energiatodistus määritetään rakennuksen ominaisuuksien perusteella ja siinä huomioidaan ikkunat, ilmanvaihto, eristys ja lämmitys. (15; 16.)

Energiatodistus ilmoittaa rakennuksen energiatehokkuuden, joka esitetään energialuokalla. Rakennuksen energialuokka ilmoitetaan asteikolla A–G. (havaintokuva energiatodistuksesta kuva 6.) Luokka määritellään laskennallisella energialuvulla eli E-luvulla, joka koostuu rakennuksen vuotuisen ostoenergian tarpeesta rakennuksen neliömetriä kohden. Laskenta painottaa eri lämmitysmuotoja kertoimilla suosien uusiutuvia energiamuotoja. Energiatodistukseen tarvittavaa E-lukua laskiessa käytetään rakennuksen pinta-aloja, U-arvoja, ilmanvaihdon ja lämmitysjärjestelmien hyötysuhdetta, lämpökuormia ja uusiutuvan energian osuutta. (15; 16.)



Kuva 6. Rakennuksen energiatodistus (16)

Energiatodistuksesta voidaan lukea laskennallinen energiankulutus rakennukselle sekä vanhan kohteen energiatodistuksesta nähdään toteutunut energiankulutus. Energiatodistuksen luokkaa voi parantaa erilaisilla energiasaneerauksilla. (15; 16.)



Energiatodistuksen laatii päteväitynyt laatija ja se on voimassa 10 vuotta sen antopäivästä. Todistukseen voidaan sisällyttää myös toimenpide-ehdotuksia rakennuksen energiatehokkuuden parantamiseksi. (15.)

Energiatodistus on pakollinen kaikille uusille rakennuksille, joille haetaan rakennuslupa sekä myytävälle asuinkerrostaloille ja 1980-luvun jälkeen rakennetuille pientaloille. 1.7.2014 voimaan tulee vaatimuksen mukaan energiatodistus vaaditaan myös rivi- ja ketjutaloilta sekä liike- ja toimistorakennuksilta. 1.7.2015 voimaan tulleen vaatimuksen mukaan energiatodistus vaaditaan myös hoitoalan rakennuksilta sekä kokoontumis- ja opetusrakennuksilta. 1.7.2017 tulee voimaan vaatimus jolloin myyntitilanteessa energiatodistus vaaditaan myös ennen 1980 valmistuneilta pientaloilta. (16.)

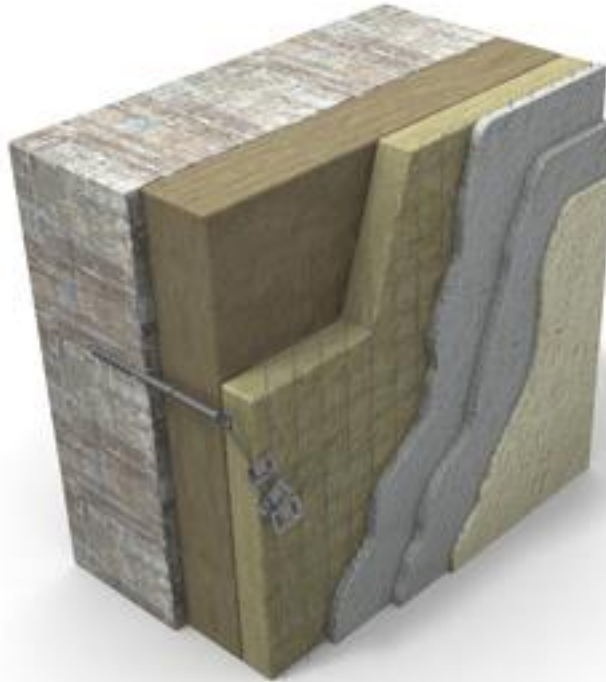
Energiatodistusta ei vaadita pieniltä alle 50 m<sup>2</sup> rakennuksilta, suojelluilta rakennuksilta eikä loma-asunnoilta, jotka eivät ole kokovuotisessa käytössä. (16.)

Uusien rakennuksien energialuokat määritellään jo lupavaiheessa laskennallisesti. Uusien rakennusten energialuokan pitäisi olla vähintään C-luokkaa. Vanhoilla kerrostaloilla energialuokka D tai E ovat hyviä. Mikäli vanhaan rakennukseen ei pystytä määrittelemään energialuokkaa se on automaattisesti huonoin eli G-luokka. (17.)

### **4.3 Lisäeristäminen**

Rakennusten lämmöneristysmääräykset ovat kiristyneet viime vuosikymmenten aikana merkittävästi. Nykyvaatimuksia täyttäviä rakenteita olisi ollut mahdoton toteuttaa 50 vuotta sitten käytössä olleilla materiaaleilla ilman kohtuutonta rakenteiden paksuuden kasvattamista. (18.)

Lisäeristäminen on yksi tapa parantaa rakennuksen energiatehokkuutta. Lisäeristys voidaan tehdä seinän sisä- tai ulkopuolelle, yläpohjaan tai alapohjaan. Lisäeristys asennetaan olemassa olevan rakenteen päälle (Kuva 7.) tai vaihtoehtoisesti vanha rakenne voidaan purkaa. Lisäeristyksen tarkoitus on parantaa rakenteen U-arvoa eli rakenteen lämmönläpäisykerrointa. Lisäeristyksen yhteydessä tulisi myös tutkia rakennuksen ilmanvuotokohdat ja korjata mahdolliset ilmavuodot sekä tarvittaessa parantaa ilmastointia. (19.)



Kuva 7. Kivirakenteisen seinän ulkopuolinen lisälämmöneristys (20)

Lisäeristyksellä pyritään pienentämään lämpöhäviöitä ja parantamaan asumismukavuutta sekä säästämään rakennuksen lämmityskuluissa.

#### 4.4 Ikkunoiden ja ovien uusiminen

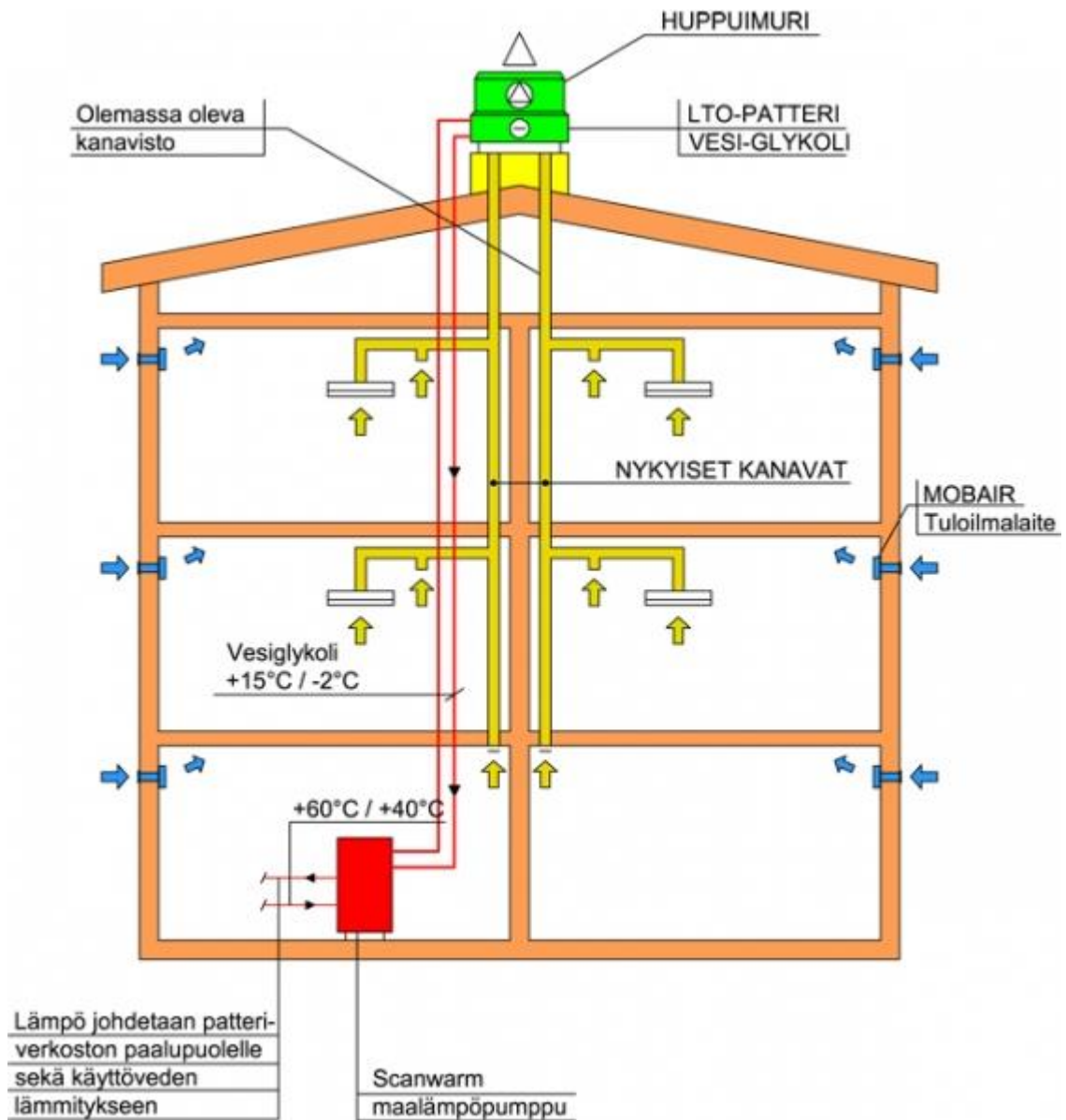
Ikkunoiden ja ovien uusiminen on usein tarpeellista, jos ikkunat ja ovet ovat vanhoja tai niiden karmit ovat alkaneet jo lahota. Yleensä vanhojen ikkunoiden U-arvo on noin  $3 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Uuden nykyaikaisen ikkunan U-arvo on korkeintaan  $1 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Vanhat ikkunat päästävät siis yleensä noin 3 kertaa enemmän lämpöenergiaa ulos kuin uudet ikkunat. Ikkunoiden ja ovien vaihdolla saavutetaan jonkin verran säästöä lämmityskustannuksissa, sillä kerrostalossa niiden kautta karkaa keskimäärin 15–25 % rakennuksen lämmitysenergiasta. (21; 22, s. 76 - 82.)

Rakennuksen energiasaneerausta suunniteltaessa kannattaa harkita myös lämmöneristävyyden tehostamista ikkunoiden ja ovien vaihdolla jos ne alkavat olemaan käyttöikänsä päässä. Saneerauksella parannetaan myös asumisviihtyvyyttä ja vedontunteen vähenemistä.

#### **4.5 Lämmöntalteenotto (LTO)(PILP)**

Lämmöntalteenotolla tarkoitetaan ilmanvaihdon mukana poistuvan lämpöenergian talteenottoa ja lämpöenergian hyödyntämistä rakennuksen lämmityksessä. Menetelmän perusideana on lämmittää poistuvalla ilmalla sisään otettavaa kylmää ilmaa. Tyypillisesti ennen 1990-lukua rakennetuissa kerrostaloissa on vain poistoilmanvaihto eli rakennuksesta ilmanvaihdon mukana poistuvaa energiaa ei hyödynnetä millään lailla. (23; 25.) Rakennuksesta poistuu ilmanvaihdon kautta tyypillisesti noin kolmannes lämmitysenergiasta (14).

Lämmöntalteenotto tuloilmaa lämmittämällä vanhoissa kerrostaloissa onkin usein ongelmallista, koska niissä ei ole tuloilmakanavistoa. Lämmöntalteenoton ja tuloilmakanaviston rakentaminen on usein kallista rakennukseen, jossa ei ole tuloilmakanavistoa valmiiksi. Lämmöntalteenotto voidaan toteuttaa myös vaihtoehtoisesti lämpöpumpulla, joka ottaa lämmön talteen poistuvasta ilmasta ja siirtää sen veteen, joka lämmittää kiinteistöä sekä tarvittavaa käyttövettä. (23; 24; 25.) (Kuva 8.) Tätä lämmöntalteenottoratkaisua kutsutaan poistoilmalämpöpumpuksi (PILP).



Kuva 8. Lämmöntalteenotto poistoilmasta lämpöpumpun avulla (26.)

Normaalisti rakennuksesta poistuu poistoilman mukana +21–+23-asteista ilmaa. Poistoilmalämpöpumppu kerää poistoilmasta lämmön LTO-kennon avulla ja siirtää sen nesteeseen. Lämmöntalteenoton jälkeen rakennuksesta poistuu vain +3–+5-asteista ilmaa eli rakennuksen poistoilmasta saadaan paljon energiaa talteen. (23.)

Rakennuksessa, jossa ei ole tuloilmakanavistoa, poistoilman lämmöntalteenotto suoritetaan huippuimuriin liitetyn lämmöntalteenottojärjestelmän kanssa. Lämpöpumpun ja LTO-järjestelmän käyttö olisi edullisinta, kun lämmitykseen riittäisi matalat lämpötilat, sillä järjestelmä pystyy tuottamaan maksimissaan +65°C

lämpöistä vettä. Kesäaikaan järjestelmällä pystytään tuottamaan pääasiassa kaikki lämmin käyttövesi. (27; 28.)

Järjestelmä mitoitetaan käytännössä aina osamitoituksella tuottamaan 40–60 % mitoitustehontarpeesta ja noin 60–80 % vuotuisesta lämmitysenergiantarpeesta. Loppu lämmitysenergia tuotetaan sähköllä tai vanhalla lämmitysmuodolla, jonka rinnalle lämmöntalteenotto on asennettu. (28.)

## **5 Saneerausten tuomat hyödyt ja haitat**

### **5.1 Yleisesti**

Saneerauksilla ja korjauksilla tavoitellaan yleensä joitakin seuraavista hyödyistä:

- säästö sekä tuotto investoinnin jälkeen
- ulkonäön parantaminen ja arvon lisääminen
- asumisviihtyvyyden parantaminen
- kiinteistön tai osakkeen myymisen helpottuminen

Kaikki rakennuksille tehtävät saneeraukset eivät tule maksamaan itseään rahallisesti takaisin kohtuullisessa ajassa. Näillä saneerauksilla tavoitellaan ennemminkin itse asumista parantavia hyötyjä. Asumista parantavia hyötyjä ovat esimerkiksi vedontunteen väheneminen, tasainen lämpö, asumisen huolettomuus ja ääneneristävyyden paraneminen. Usein myös saneerauksen jälkeen kohteen myynti tai vuokraus on helpompaa, kun suuret remontit on tehty, rakennus on ulkoisesti paremman näköinen tai rakennus on energiataloudellinen.

### **5.2 Maalämpösaneeraus**

Maalämmön hyödyistä tärkeimpänä pidetään isoa säästöä lämmityskuluissa. Maalämmön lämmityskustannukset ovat usein noin 60–80 % edullisemmat kuin aikaisemman lämmitysmuodon kustannukset. (29.)

Maalämpöä on lisäksi helppo käyttää, sillä järjestelmä on pitkälle automatisoitu. Laitteiston huollontarve on vähäinen ja sen keskimääräinen käyttöikä noin 25

vuotta. Maalämmöllä tuotettu energia on myös ympäristöystävällistä ja sen aiheuttamat hiilidioksidipäästöt ovat vähäiset. (30.)

Järjestelmän haittapuolena voi pitää suurta alkuinvestointia. Laitteet ovat kalliita ja etenkin pienillä tai vähän kuluttavilla rakennuksilla investoinnin takaisinmaksuaika ja tuottavuus pienenevät. (31.)

### **5.3 Lisäeristys**

Lisäeristyksellä voidaan saavuttaa energiasäästöjä, ääneneristävyyden parnemista ja vedontunteen vähenemistä (32).

Rakennuksen lämpöhäviöiden osuus yläpohjassa on noin 3–6 % ja ulkoseinissä 10–20 % (14). Rakennuksen lisäeristys olisi siis energiataloudellisesti kannattavampaa ulkoseinään, mutta tapauskohtaisesti tulee arvioida eristysmenetelmä ja sen kustannukset. Yläpohjan lisäeristys puhallusvillalla on lisäeristysmenetelmistä edullisin mutta kaikissa kerrostalokohteissa sitä ei ole mahdollista toteuttaa.

Laskelmien mukaan lisäeristyksen tuomat taloudelliset säästöt jäävät yleensä alle 10 %:iin vanhasta energiankulutuksesta. Lisäeristyksen kohdistaminen oikeaan osaan rakennuksessa on tärkeää, jotta vältetään turhilta kustannuksilta. Mahdollisesti saneerauksen takaisinmaksuaika on hyvin pitkä eikä välttämättä ole perusteltua tehdä lisäeristystä taloudellisista syistä.

### **5.4 Ikkunoiden ja ovien uusiminen**

Ikkunoiden ja ovien läpi johtuu tavallisesti noin 15–25 % rakennuksen energiasta hukkaan. Vaihtamalla ikkunat ja ovet energiatehokkaampiin ikkunoihin saadaan ikkunoiden läpi johtuva energiahukka pudotettua 5–10 %:iin, sillä uusien ikkunoiden lämmöneristävyys on karkeasti noin kolme kertaa parempi kuin vanhoissa ikkunoissa. (21; 22, s. 76 - 82.)

Ikkunoiden ja ovien uusimisella saadaan myös parannusta julkisivuun ja sen ulkonäköön. Ikkunoiden vaihto tiiviimpiin ikkunoihin myös vähentää vedontunnetta asunnossa, auringon lämpö- ja UV-säteilyä sekä melun kantautumista ikkunan lävitse. (33.)

Saneerauksen haittapuolena voidaan pitää melko kallista investointia etenkin suurissa kohteissa. Laskelmien mukaan energiansäästö on melko pieni ja jääkin usein alle 10–15 %:iin kokonaiskulutuksesta. Ikkunoiden vaihtamisella ei siis saavuteta merkittäviä taloudellisia säästöjä rakennuksen ja ikkunoiden elinkaaren aikana.

## **5.5 Lämmöntalteenotto (LTO)**

Lämmöntalteenotolla saavutetaan pääasiassa taloudellista hyötyä, sillä vanhojen kerrostalojen poistoilman mukana poistuu 25–35 % rakennuksen kokonaislämpöhäviöistä (14). Poistoilmalämpöpumpulla voi säästää jopa 40 % vuotuisista lämmityksestä johtuvista kustannuksista (34).

Poistoilmalämpöpumppu on usein maalämpöä edullisempi investointikustannuksiltaan, mikä tekee siitä kilpailukykyisen vaihtoehdon energiasaneerauksia mietittäessä. Järjestelmä on yksinkertainen toteuttaa eikä vaadi erityistä huoltoa. Laitteiston käyttöikä on noin 20 vuotta. Saneerauksen hyvänä puolena on, että saneerauksen aikana asukkaiden häiriintyminen on vähäistä, sillä laitteiston asentaminen ei vie kauan eikä siitä aiheudu suurta melua. (35.)

## **6 Tutkimuskohteet ja laskennan tulokset**

### **6.1 Tutkimuskohteiden käyttö ja laskentamenetelmät**

Tutkimuskohteita käytettiin pohjana ja tietolähteenä Excel laskenta-alustan luomiseen. Laskenta-alustan tarkastus pohjautuu osin tutkimuskohteisiin ja sillä on laskettu vertailevaa tulosta jo toteutettuihin tutkimuskohteisiin. Laskennan lähteinä on käytetty myös eri urakoitsijoilta kysyttyjä hinta-arvioita kerrostalojen kokoluokan saneerauksista ja laitteistoista.

Tutkimuskohteiden esittelyssä kerrotaan sekä urakoitsijan antamat tiedot referenssikohteesta että oman laskennan tulokset saneerauksen kustannuksista ja säästöistä.

Laskennan luomiseen käytetyt eri urakoitsijoiden referenssikohteet olivat:

1. As Oy Gesterbyntie 3, Kirkkonummi, Kaukolämmöstä maalämpöön
2. As Oy Kivelänkatu 1b, Helsinki, Kaukolämmöstä maalämpöön
3. As Oy Itä - Taimela, Viiala, Öljylämmityksestä maalämpöön
4. As Oy Suonionkatu 23, Lappeenranta, Lisälämmöneristys
5. As Oy Suonionkatu 23, Lappeenranta, Ikkunasaneeraus
6. As Oy Vihermäki, Espoo, Poistoilman lämmöntalteenotto
7. Soukanahde 6, Espoon asunnot Oy, Poistoilman lämmöntalteenotto
8. As Oy Vuorikilpi, Jyväskylä, Poistoilman lämmöntalteenotto

Ikkunasaneerauksen ja lisälämmöneristyksen osalta selviä referenssikohteita, joista olisi kulutusseurantaa ennen sekä jälkeen saneerauksen ei ollut saatavilla, joten saneerausten tuomat säästöt on esitetty laskennallisessa esimerkissä. Laskennallinen esimerkki käsittää olemassa olevan taloyhtiön Suonionkatu 23 kulutusarvion ennen ja jälkeen oletettujen saneerausten. Kustannusarviot perustuvat rakennuksen piirustuksista laskettuihin rakenneosien määriin.

Laskennan esimerkkikohteiden laskentaan on käytetty seuraavia kaavoja.

Saneerausten takaisinmaksuajat on laskettu seuraavalla kaavalla. (36)

$$Takaisinmaksuaika = \frac{\text{Hankintahinta}}{\text{Vuotuinen nettotuotto}} \quad (1.)$$

Menetelmä yksinkertaistaa takaisinmaksuajan, sillä se ei ota korkoa huomioon jos investointi maksetaan lainarahalla.

Saneerausten tuotot on laskettu seuraavalla sidotun pääoman tuoton (ROCE) laskentakaavalla. (37)

$$\text{Sijoitetun pääoman tuotto \%} = \frac{100 * \text{Nettotulos}}{\text{Sijoitettu pääoma}} \quad (2.)$$

Kaavaa käytettäessä nettotulot on laskettu vähentämällä todellisesta tuotosta lainan vuotuiset korkokulut sekä lainan lyhennys vuodessa. Tuotto siis paranee ajan mittaan, kun koron osuus pienenee lainanlyhennyksestä. Sijoitettuna pääomana käytetään investointiin tarvittavaa lainaa + oman rahan osuutta. Tässä



tapauksessa sijoitettu pääoma on sidottua, sillä investointi on pysyvä laitteiston elinkaaren ajan.

Sijoitetun pääoman tuoton kannattavuutta on vertailtu seuraavan taulukon mukaisesti.

Sijoitetun pääoman tuoton viitteelliset normiarvot ovat:

<b>Erinomainen</b>	yli 15 %
<b>Hyvä</b>	10 - 15 %
<b>Tyydyttävä</b>	6 - 10 %
<b>Välttävä</b>	3 - 6 %
<b>Heikko</b>	alle 3 %

Taulukko 2. Sijoitetun pääoman tuoton viitteelliset normiarvot (38).

Esimerkkikohteiden laskennassa saadut arvot ovat suuntaa-antavia ja ne on laskettu tämän päivän energianhinnoilla ja kiinteällä muuttumattomalla korolla. Laskennan tulokset saattavat vaihdella tulevaisuuden energianhintojen ja korkojen muuttuessa.

## 6.2 As Oy Gesterbyntie 3, Kirkkonummi

As Oy Gersterbyntie 3 Kirkkonummella vaihtoi lämmitysjärjestelmänsä maalämpöön. Taloyhtiön aikaisempi lämmitysjärjestelmä oli kaukolämpö. (34)

Taloyhtiön tiedot:

- Kolme kolmikerroksista kerrostaloa
- 91 asuntoa ja kaksi liikehuoneistoa
- Rakennusvuodet 1972 - 1973
- Lämmitettävä ala yhteensä 5510 m<sup>2</sup>
- Lämmitysenergian kulutus kaukolämmöllä n. 960 000 kWh/v
- Lämmityskulut kaukolämmöllä n. 106 000 €/v

- Ostettava lämmitysenergia maalämmöllä n. 297 600 kWh/v
- Lämmityskulut maalämmöllä n. 32 736 €/v
- Säästöt n. 73 264 €/v (69 %)

Kohteeseen asennettiin 4 kpl 90 kW lämpöpumppuja sekä yhteensä 5500 m energiakaivoa.

Laskenta-alustaan syötettiin tiedot toteutuneesta kulutuksesta kaukolämmöllä, kohteessa käytetyt laitteiston ja lämpökaivojen määrät sekä tiedot, mitoitus tapa ja kiinteistön sijaintivyöhyke, joka vaikuttaa lämpökaivojen mitoitukseen.

Laskennan tuloksena urakan kokonaishinnaksi tuli n. 460 000 € ja lähteen mukaan urakka maksoi n. 450 000 €. Seuraavassa taulukossa 3 on esitelty vierekkäin oman laskennan tulokset sekä vertailutulokset. Laskennan tuloksissa on käytetty kaukolämmön hintana 0,11 €/kWh ja sähkön hintana 0,11 €/kWh.

Oman laskennan tulokset kohteesta:

- lämmityskulut kaukolämmöllä 105 600 €/v
- Ostettava lämmitysenergia maalämmöllä 288 000 kWh/v
- Lämmityskulut maalämmöllä 31 680 €/v
- Säästöt n. 73 920 €/v (70 %)

As Oy Gesterbyntie 3, Kirkkonummi, Kaukolämmöstä maalämpöön		
	Toteutunut	Oma laskenta
<b>Vanha kulutus kWh/v</b>	960 000	960 000
<b>Vanha kulutus €/v</b>	106 000	105 600
<b>Uusi kulutus kWh/v</b>	297 000	288 000
<b>Uusi kulutus €/v</b>	32 736	31 680
<b>Säästö kWh/v</b>	-	672 000
<b>Säästö €/v</b>	73 264	73 920
<b>Takaisinmaksuaika</b>	-	6,2 vuotta
<b>Vuosituotto</b>	-	16,08 %

Taulukko 3. As Oy Gesterbyntien tulokset

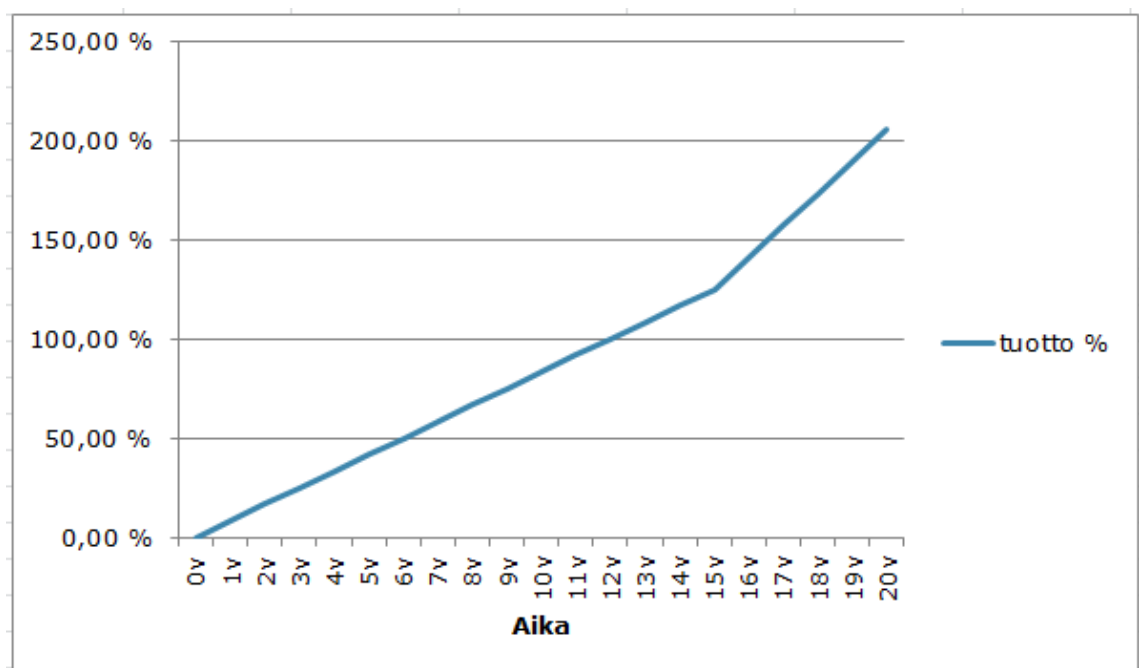
### Investoinnin tuotto

As Oy Gesterbyntie 3:n vuosittainen tuotto lainan takaisinmaksun jälkeen on kaavalla (2) laskettuna 16,08 %. Laskenta-alustan laskenta huomioi laskennassa myös lainan lyhennyksen ja korkojen osuuden vuotuista tuottoa laskiessa ja tällöin vuotuinen tuotto olisi 8,36 % laina-ajan loppuun asti ja sen jälkeen tuotto saavuttaisi täyden arvon 16,08 % vuodessa. Korkojen laskennassa on käytetty jatkuvaa ja muuttumatonta 2 %:n korkoa ja 15 vuoden laina-aikaa.

Investoinnin tuoton määrää laina-ajan aikana voi säädellä laina-aikaa muuttamalla. Lainan lyhentyessä alkutuotto olisi pienempi mutta vastaavasti sijoitus rupeaisi tekemään täyttä tuottoa aikaisemmin. Tällöin myös korkokulut jäisivät pienemmiksi kokonaisuudessaan mutta laina-aika kannattaa miettiä tapauskohtaisesti taloyhtiön tilanteen mukaan. Liian lyhyellä laina-ajalla alkutuotto muuttuu negatiiviseksi ja investoinnin tuomat säästöt eivät riitä kattamaan lainan kuluja laina-aikana. Sopivasti mitoitettu järjestelmä ja laina-aika tekevät taloyhtiölle tuottoa vuosittain, sekä järjestelmän tuomilla säästöillä pystytään vielä maksamaan lainanlyhennykset.

Kyseisessä kohteessa sijoitusta voitaisiin pitää taulukon 2. mukaan alussa tyydyttävänä ja laina-ajan jälkeen sijoituksen tuotto olisi erinomainen eli yli 15 %.

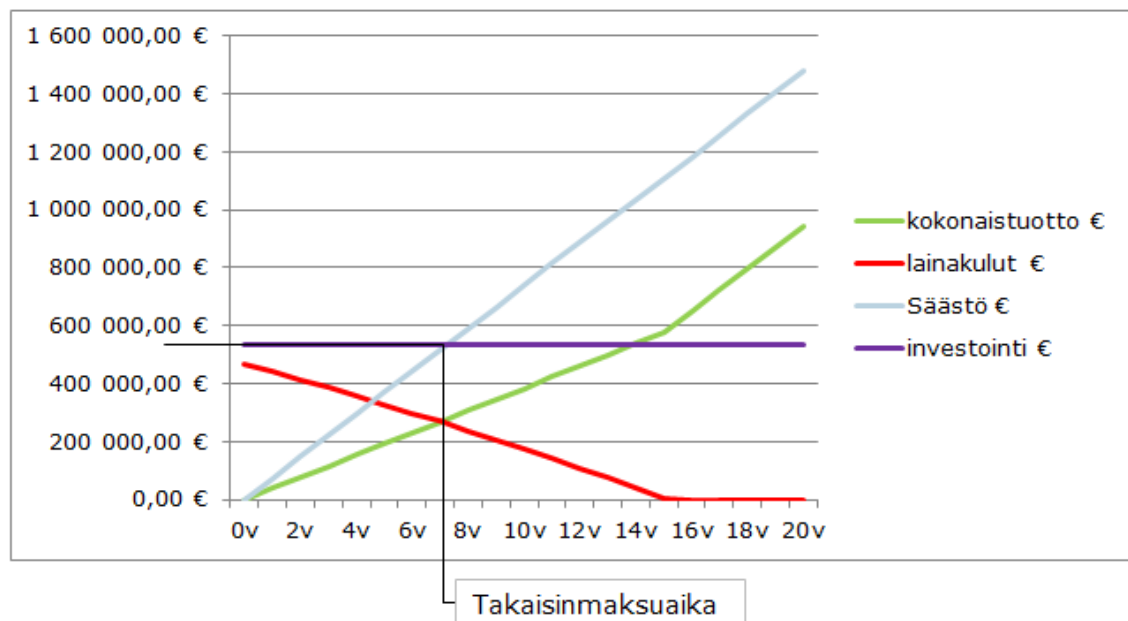
As Oy Gesterbyntie 3:en tuottoa voidaan tarkastella aikajanalla avulla. Tuotto on esitetty kokonaistuotona tietyllä ajanhetkellä. Seuraavassa kuviossa 1. on esitetty investoinnin tuotto aikajanalla kuvattuna.



Kuvio 1. Sijoituksen kokonaistuotto ajanhetkellä 0–20 vuotta

Sijoituksena maalämpö As Oy Gesterbyntie 3:een tuottaa siis 20 vuoden ajanjaksolla yli 200 %:n tuoton alkusijoitukseen nähden. Luku ilmaisee siis sijoituksen nykyarvon verrattuna alkusijoitukseen. Laskenta perustuu tämän päivän energianhintoihin ja todellinen tuotto voi vaihdella riippuen seuraavan 20 vuoden energianhinnoista ja lainojen koroista.

Investoinnin rahallista tuottoa voidaan tarkastella aikajanalla avulla, jossa on esitetty kokonaistuotto tietyllä ajanhetkellä. Seuraavassa kuviossa 2 on esitetty investoinnin kokonaistuotto ja säästö euroina tietyllä ajanhetkellä sekä investoinnin lainakulut tietyllä ajanhetkellä ja investoinnin kokonaiskulut.



Kuvio 2. Investoinnin euromääräiset suureet

Yllä olevasta kuviosta 2. voidaan lukea investoinnin tuoma kokonaissäästö ajanhetkellä eli vuotuinen säästö ( $73\,920 \text{ €} \cdot \text{ajankohta}$ ). Kokonaistuotolla tarkoitetaan säästöstä vähennettyjä kuluja eli lainanlyhennys ja koronosuus vähennettynä voidaan laskea kokonaistuotto euroina tietyllä ajanhetkellä. Investoinnin kokonaishinta muodostuu urakan hinnasta ja tässä tapauksessa urakkahinnan suuruudesta lainasta sekä sen laina-ajan koroista.

Kuviosta voidaan myös lukea takaisinmaksuajan hetki, kun takaisinmaksuajassa huomioidaan velan korot. Investointi on maksanut itsensä takaisin, kun sen tuomat säästöt ylittävät investointiin käytetyt rahat. Aika on hieman pidempi kuin yksinkertaistetulla menetelmällä laskettu takaisinmaksuaika, jota on käytetty laskenta-alustan tuloksissa. Menetelmä ei kuitenkaan huomioi koron muutoksista aiheutuvaa epätarkkuutta.

### 6.3 As Oy Kivelänkatu 1b, Helsinki

As Oy Kivelänkatu 1b Helsingissä vaihtoi kaukolämmöstä maalämpöön. Taloyhtiöön asennettiin myös viilennysjärjestelmä, jota ei ole huomioitu omissa laskelmissa. (34)

#### Taloyhtiön tiedot:

- Yksi kuusikerroksinen asuinkerrostalo
- 19 asuinhuoneistoa
- Rakennusvuosi 1934
- lämmitettävä ala yhteensä 925 m<sup>2</sup>
- Lämmitysenergian kulutus kaukolämmöllä n. 180 700 kWh/v
- Lämmityskulut kaukolämmöllä n. 13 157 €/v
- Ostettava lämmitysenergia maalämmöllä n. 65 422 kWh/v
- Lämmityskulut maalämmöllä n. 7 561 €/v
- Säästöt n. 5 596 €/v (43 %)

Kohteeseen asennettiin yksi 43 kW lämpöpumppu ja yhteensä 880 m energia-kaivoa. Seuraavassa taulukossa 4 on esitetty vertailu oman laskennan ja toteutuneen urakan mukaan. Laskelmissa käytettiin kaukolämmön hintana 0,073 €/kWh ja sähkön hintana 0,1156 €/kWh.

#### Oman laskennan tulokset kohteesta:

- lämmityskulut kaukolämmöllä 13 191 €/v
- Ostettava lämmitysenergia maalämmöllä 62 643 kWh/v
- Lämmityskulut maalämmöllä 7 241,49 €/v
- Säästöt n. 5 949,61 €/v (45 %)

As Oy Kivelänkatu 1b, Helsinki, Kaukolämmöstä maalämpöön		
	Toteutunut	Oma laskenta
<b>Vanha kulutus kWh/v</b>	180 700	180 700
<b>Vanha kulutus €/v</b>	13 157	13 191
<b>Uusi kulutus kWh/v</b>	65 422	62 643
<b>Uusi kulutus €/v</b>	7 561	7 241,49
<b>Säästö kWh/v</b>	-	118 057
<b>Säästö €/v</b>	5 596	5 949,61
<b>Takaisinmaksuaika</b>	-	14,9 vuotta
<b>Vuosituotto</b>	-	6,69 %

Taulukko 4. As Oy Kivelänkatu 1b:n tulokset

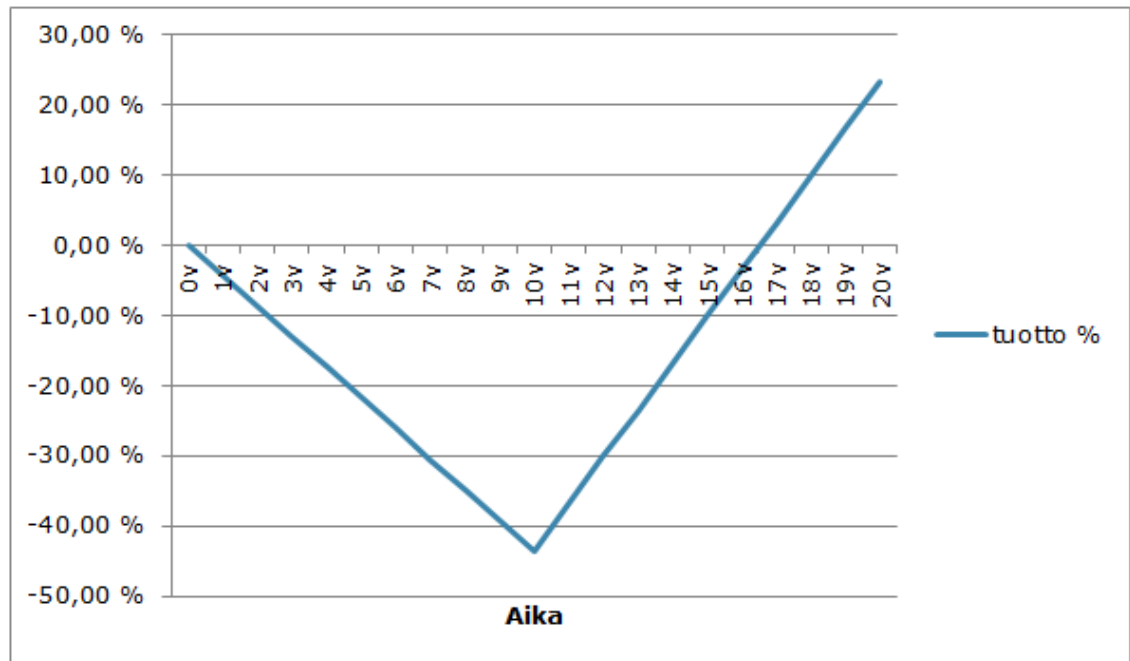
### Investoinnin tuotto

As Oy Kivelänkatu 1b:n vuosittainen tuotto lainan takaisinmaksun jälkeen on kaavalla (2) laskettuna 6,69 %. Laskenta-alustan laskenta huomioi laskennassa myös lainan lyhennyksen ja korkojen osuuden vuotuista tuottoa laskiessa ja tällöin vuotuinen tuotto olisi -4,35 % laina-ajan loppuun asti ja sen jälkeen tuotto saavuttaisi täyden arvon 6,69 % vuodessa. Korkojen laskennassa on käytetty jatkuvaa ja muuttumatonta 2 %:n korkoa ja 10 vuoden laina-aikaa.

Investoinnin alkutuotto on kohteessa negatiivinen, sillä maalämmöllä kertyvät vuosisäästöt eivät riitä lainanlyhennyksiin täysimääräisesti. Laina-aikaa pidentämällä voitaisiin saavuttaa jatkuva vuotuinen tuotto mutta se heikentäisi tuottoa merkittävästi pidemmällä aikavälillä, koska lainan korko-osuus kasvaisi suuremmaksi.

Kyseisessä kohteessa sijoitusta voitaisiin pitää taulukon 2. mukaan tyydyttävänä eli tuotto on 6–10 %.

As Oy Kivelänkatu 1b:n tuottoa voidaan tarkastella aikajanalla avulla. Tuotto on esitetty kokonaistuotona tietyllä ajanhetkellä. Seuraavassa kuviossa 3. on esitetty investoinnin tuotto aikajanalla kuvattuna.

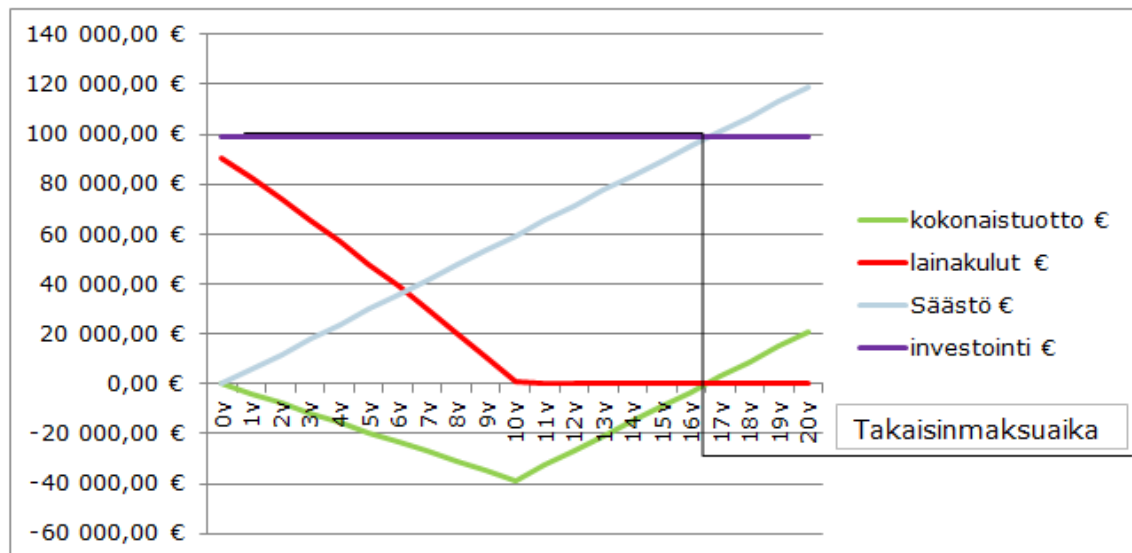


Kuvio 3. Sijoituksen kokonaistuotto ajanhetkellä 0–20 vuotta

Kuviosta voidaan lukea ajanjakso jolloin tuotto pysyy negatiivisena eli laina-ajan pituuden verran. Maalämpöinvestoinnin lopputuotto 20 vuoden ajanjaksolla nousee kuitenkin yli 20 %:iin.

Investoinnin rahallista tuottoa voidaan tarkastella aikajanalla avulla, jossa on esitetty kokonaistuotto tietyllä ajanhetkellä. Seuraavassa kuviossa 4 on esitetty investoinnin kokonaistuotto ja säästö euroina tietyllä ajanhetkellä sekä investoinnin lainakulut tietyllä ajanhetkellä ja investoinnin kokonaiskulut.





Kuvio 4. Investoinnin euromääräiset suureet

Yllä olevasta kuviosta 4. voidaan lukea investoinnin tuoma kokonaissäästö ajanhetkellä eli vuotuinen säästö (5 949,61 € \* ajankohta). Kokonaistuotolla tarkoitetaan säästöstä vähennettyjä kuluja eli lainanlyhennys ja koronosuus vähennettynä voidaan laskea kokonaistuotto euroina tietyllä ajanhetkellä. Investoinnin kokonaishinta muodostuu urakan hinnasta ja tässä tapauksessa urakkahinnan suuruudesta lainasta sekä sen laina-ajan koroista.

Kuviosta voidaan myös lukea takaisinmaksuajan hetki, kun takaisinmaksuajassa huomioidaan velan korot. Investointi on maksanut itsensä takaisin, kun sen tuomat säästöt ylittävät investointiin käytetyt rahat. Aika on hieman pidempi kuin yksinkertaistetulla menetelmällä laskettu takaisinmaksuaika, jota on käytetty laskenta-alustan tuloksissa. Menetelmä ei kuitenkaan huomioi koron muutoksista aiheutuvaa epätarkkuutta.

#### 6.4 As Oy Itä-Taimela, Viiala

As Oy Itä-Taimela siirtyi öljylämmityksestä maalämpöön 2014. (34)

Taloyhtiön tiedot:

- Yksi kolmekerroksinen asuinkerrostalo
- 18 asuinhuoneistoa
- Rakennusvuosi 1965

- Lämmitettävä ala yhteensä 1042 m<sup>2</sup>
- Öljyn kulutus n. 20 300 l/v
- Lämmityskulut öljyllä n. 22 300 €/v
- Ostettava lämmitysenergia maalämmöllä n. 53 460 kWh
- Lämmityskulut maalämmöllä n. 6 148 €/v
- Säästöt maalämmöllä n. 16 182 €/v (72,5 %)

Kohteeseen asennettiin yksi 50 kW lämpöpumppu ja yhteensä 1020 m energia-kaivoa. Alla on esitetty oman laskennan tulokset kohteesta ja taulukossa 5 vertailtu toteutunutta ja laskennallista arviota kohteesta. Laskelmissa käytettiin öljyn hintana 1,1 €/l ja sähkön hintana 0,115 €/kWh. Öljyn vuotuinen lämmitysenergian arvo on laskettu kevyen polttoöljyn energia-arvolla 10,02 kWh/litra. (40, s. 2.)

Oman laskennan tulokset kohteesta:

- Lämmityskulut öljyllä 22 330 €/v
- Lämmitysenergian määrä öljyllä 203 406 kWh/v
- Ostettava energia maalämpöön siirtymisen jälkeen 70 514 kWh/v
- Lämmityskulut maalämmöllä 8 109,12 €/v
- Säästö n. 14 221 €/v (63,69 %)

As Oy Itä-Taimela, Viiala, Öljylämmöstä maalämpöön		
	Toteutunut	Oma laskenta
<b>Vanha kulutus l/v</b>	20 300	20 300 / 203 406 kWh
<b>Vanha kulutus €/v</b>	22 300	22 330
<b>Uusi kulutus kWh/v</b>	53 460	70 514
<b>Uusi kulutus €/v</b>	6 148	8 109,12
<b>Säästö kWh/v</b>	-	132 892
<b>Säästö €/v</b>	16 182	14 220,88
<b>Takaisinmaksuaika</b>	-	6,7 vuotta
<b>Vuosituotto</b>	-	15 %

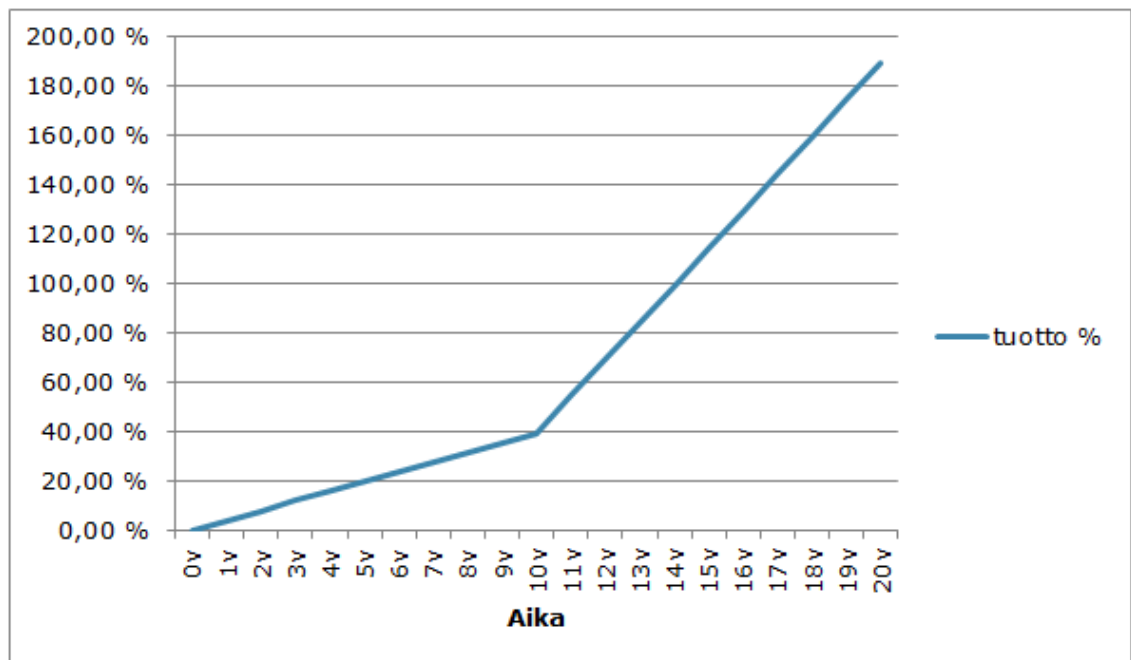
Taulukko 5. As Oy Itä-Taimelan tulokset

### Investoinnin tuotto

As Oy Itä-Taimelan vuosittainen tuotto lainan takaisinmaksun jälkeen on kaavalla (2) laskettuna noin 15 %. Laskenta-alustan laskenta huomioi laskennassa myös lainan lyhennyksen ja korkojen osuuden vuotuista tuottoa laskiessa ja tällöin vuotuinen tuotto olisi 3,96 % laina-ajan loppuun asti ja sen jälkeen tuotto saavuttaisi täyden arvon 15 % vuodessa. Korkojen laskennassa on käytetty jatkuvaa ja muuttumatonta 2 %:n korkoa ja 10 vuoden laina-aikaa.

Kyseisessä kohteessa sijoitusta voitaisiin pitää taulukon 2. mukaan erinomaisena eli yli 15 %.

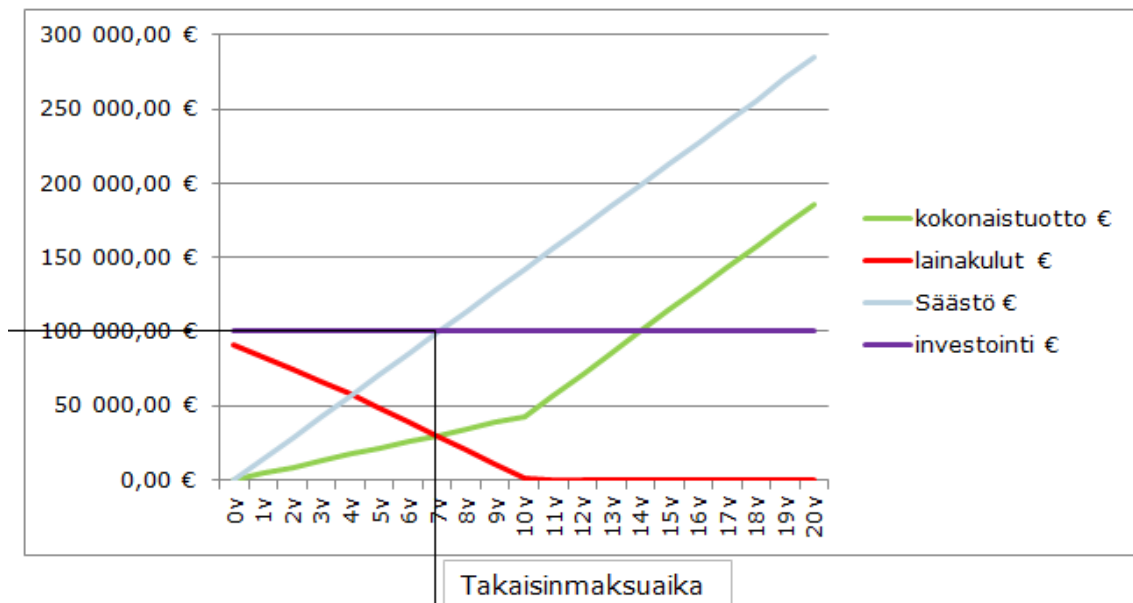
As Oy Itä-Taimelan tuottoa voidaan tarkastella aikajanalla avulla. Tuotto on esitetty kokonaistuottona tietyllä ajanhetkellä. Seuraavassa kuviossa 5. on esitetty investoinnin tuotto aikajanalla kuvattuna.



Kuvio 5. Sijoituksen kokonaistuotto ajanhetkellä 0–20 vuotta

Kuviosta voidaan lukea ajanjakso jolloin tuotto pysyy 3,96 %:n vuositasolla eli laina-ajan pituuden verran. Maalämpöinvestoinnin lopputuotto 20 vuoden ajanjaksolla nousee noin 190 %:iin.

Investoinnin rahallista tuottoa voidaan tarkastella aikajanan avulla, jossa on esitetty kokonaistuotto tietyllä ajanhetkellä. Seuraavassa kuviossa 6 on esitetty investoinnin kokonaistuotto ja säästö euroina tietyllä ajanhetkellä sekä investoinnin lainakulut tietyllä ajanhetkellä ja investoinnin kokonaiskulut.



Kuvio 6. Investoinnin euromääräiset suureet

Yllä olevasta kuviosta 6. voidaan lukea investoinnin tuoma kokonaissäästö ajanhetkellä eli vuotuinen säästö ( $14\,220,88\text{ €} \cdot \text{ajankohta}$ ). Kokonaistuotolla tarkoitetaan säästöstä vähennettyjä kuluja eli lainanlyhennys ja koronosuus vähennettynä voidaan laskea kokonaistuotto euroina tietyllä ajanhetkellä. Investoinnin kokonaishinta muodostuu urakan hinnasta ja tässä tapauksessa urakkahinnan suuruudesta lainasta sekä sen laina-ajan koroista.

Kuviosta voidaan myös lukea takaisinmaksuajan hetki, kun takaisinmaksuajassa huomioidaan velan korot. Investointi on maksanut itsensä takaisin, kun sen tuomat säästöt ylittävät investointiin käytetyt rahat. Aika on hieman pidempi kuin yksinkertaistetulla menetelmällä laskettu takaisinmaksuaika, jota on käytetty laskenta-alustan tuloksissa. Menetelmä ei kuitenkaan huomioi koron muutoksista aiheutuvaa epätarkkuutta.

## 6.5 As Oy Suonionkatu 23, Lappeenranta

As Oy Suonionkatu 23:lle Lappeenrannassa valittiin laskennan kohteeksi lisäeristyslaskentaan, sillä rakennus on samaa kokoluokkaa kuin osa referenssi-kohteista. Rakennuksen kulutus arvioitiin rakennuksen koon ja asuinhuoneistojen perusteella. Lisäeristyskustannus arvioitiin rakennuksen julkisivupiirustuksista suoritettuna määrälaskennan perusteella. Laskennassa käytettiin kauko-

lämmön hintana 0,08069 €/kWh. (42, s. 5.) Laskennassa käytetty eristystapa on eristerappaus 50 mm lisäeristyksellä. Laskennassa käytettiin hintaa 200 €/m<sup>2</sup> eristerappaukselle. (43, s. 8.)

Taloyhtiön tiedot:

- kolmekerroksinen asuinkerrostalo
- rakennusvuosi 1950
- 40 asuinhuoneistoa + 2 liikehuoneistoa
- arvioitu lämmitysenergian kulutus 455 000 kWh/v

Oman laskennan tulokset:

- lämmityskulut kaukolämmöllä 36 714 €/v
- ostettava lämmitysenergia saneerauksen jälkeen 427 895 kWh/v
- lämmityskulut saneerauksen jälkeen 34 527 €/v
- säästö 2187 €/v (5,96 %)

As Oy Suonionkatu 23, Lappeenranta, Lisäeristys, Eristerappaus		
	Arvioitu	Oma laskenta
<b>Vanha kulutus kWh/v</b>	455 000	455 000
<b>Vanha kulutus €/v</b>	-	36 714
<b>Uusi kulutus kWh/v</b>	-	427 895
<b>Uusi kulutus €/v</b>	-	34 527
<b>Säästö kWh/v</b>	-	27 105
<b>Säästö €/v</b>	-	2 187
<b>Takaisinmaksuaika</b>	-	136,5 vuotta
<b>Vuosituotto</b>	-	0,73 %

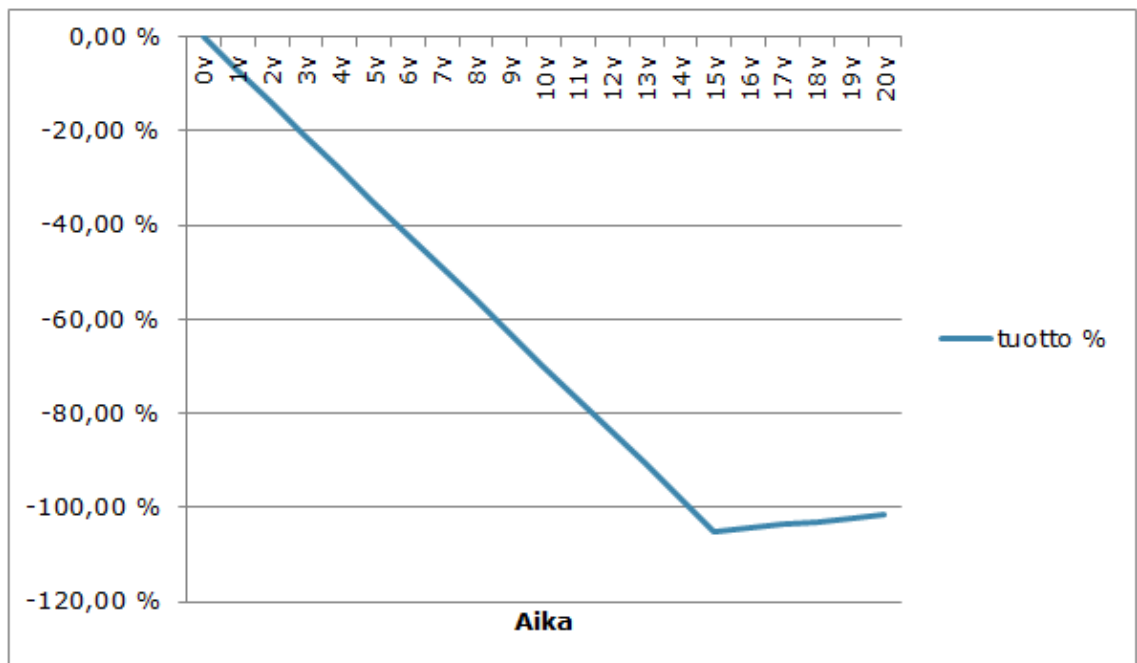
Taulukko 6. As Oy Suonionkatu 23 tulokset

## Investoinnin tuotto

Lisäeristys investointina antaa kaavalla (2) laskettuna lainan takaisinmaksuajan jälkeen 0,71 %:n vuosituoton. Laina-aikana käytettiin 15 vuotta ja korkona kiinteää 2 %:n korkoa. Laina-ajan aikana lämmityskustannuksissa saavutettu säästö on huomattavasti pienempi kuin lainan vuotuiset kustannukset. Vuotuinen tuotto sijoitukselle on lainan ajan -6,99 %.

Taulukon 2. mukaan sijoitusta voitaisiin pitää heikkona eli alle 3 %.

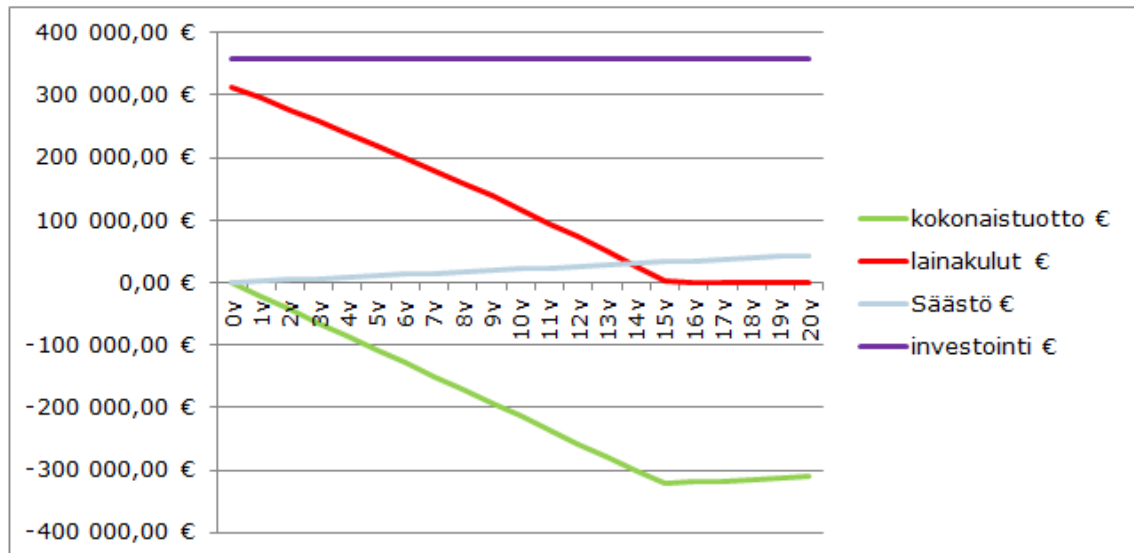
As Oy Suonionkatu 23:en tuottoa voidaan tarkastella aikajanalla avulla. Tuotto on esitetty kokonaistuotona tietyllä ajanhetkellä. Seuraavassa kuviossa 7. on esitetty investoinnin tuotto aikajanalla kuvattuna



Kuvio 7. Sijoituksen kokonaistuotto ajanhetkellä 0–20 vuotta

Kyseisessä kohteessa lisäeristysinvestointi ei laskelmien mukaan tuo tällä aikavälillä tuottoa. Saneerauksen suuresta kustannuksesta ja pienestä vuosisäästöstä johtuen investoinnilla ei päästä järkevään tuottoon kohtuullisessa ajassa.

Investoinnin rahallista tuottoa voidaan tarkastella aikajanan avulla, jossa on esitetty kokonaistuotto tietyllä ajanhetkellä. Seuraavassa kuviossa 8 on esitetty investoinnin kokonaistuotto ja säästö euroina tietyllä ajanhetkellä sekä investoinnin lainakulut tietyllä ajanhetkellä ja investoinnin kokonaiskulut.



Kuvio 8. Investoinnin euromääräiset suuret

Yllä olevasta kuvioista 8. voidaan lukea investoinnin tuoma kokonaissäästö ajanhetkellä eli vuotuinen säästö (2 187 € \* ajankohta). Kokonaistuotolla tarkoitetaan säästöstä vähennettyjä kuluja eli lainanlyhennys ja koronosuus vähennettynä voidaan laskea kokonaistuotto euroina tietyllä ajanhetkellä.

## 6.6 As Oy Suonionkatu 23, Lappeenranta

As Oy Suonionkatu 23:lle laskettiin myös teoreettinen kustannus ja säästö ikkunasaneeraukselle. Kulutuksena pidetään arvioitu 455 000 kWh/v, jolloin kohteesta saa myös hyvän vertailukohdan lisäeristykselle. Ikkunasaneerauksen kustannus arvioitiin julkisivupiirustuksista suoritettun määrälaskennan perusteella. Ikkunasaneerauksen kustannusarvio perustuu urakoitsijoilta kysyttyyn kärkeään hinta-arvioon, joka on 500 €/m<sup>2</sup>. Laskennassa on oletettu ikkunoiden kokonaislämpöhäviöksi 20 % rakennuksen lämpöhävikistä. (14.)



Oman laskennan tulokset:

- lämmityskulut kaukolämmöllä 36 714 €/v
- ostettava lämmitysenergia saneerauksen jälkeen 394 333 kWh/v
- lämmityskulut saneerauksen jälkeen 31 819 €/v
- säästö 4 895 €/v (13,33 %)

As Oy Suonionkatu 23, Lappeenranta, Ikkunasaneeraus		
	Arvioitu	Oma laskenta
<b>Vanha kulutus kWh/v</b>	455 000	455 000
<b>Vanha kulutus €/v</b>	-	36 714
<b>Uusi kulutus kWh/v</b>	-	394 333
<b>Uusi kulutus €/v</b>	-	31 818,76
<b>Säästö kWh/v</b>	-	60 667
<b>Säästö €/v</b>	-	4895,19
<b>Takaisinmaksuaika</b>	-	52,6 vuotta
<b>Vuosituotto</b>	-	1,90 %

Taulukko 7. As Oy Suonionkatu 23 tulokset

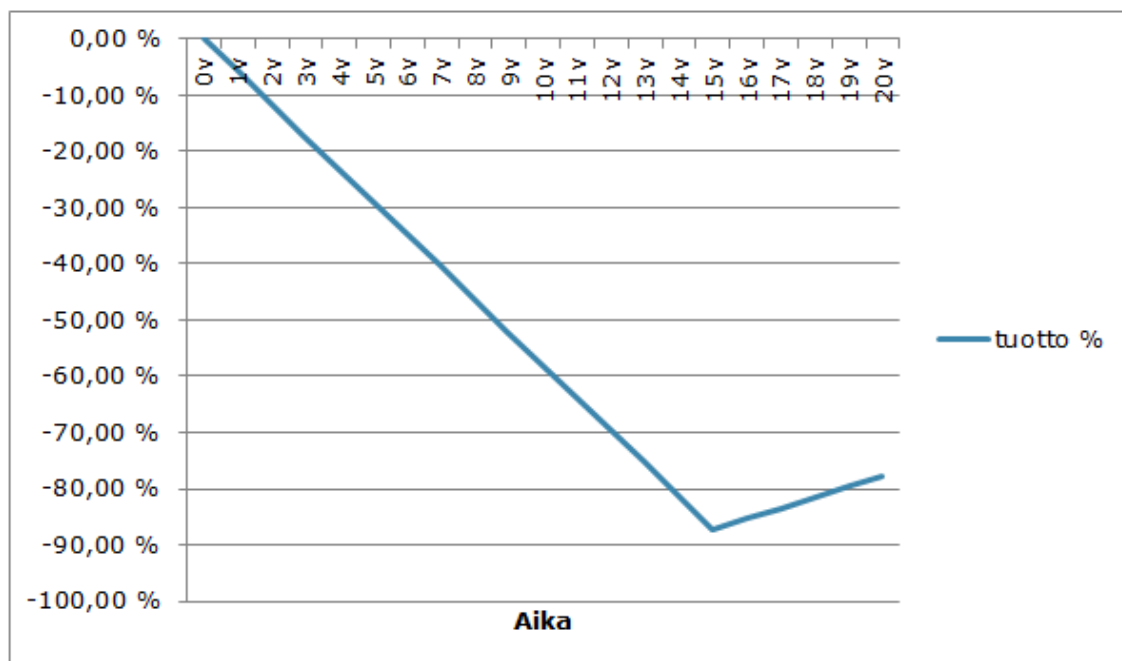
Laskentaa suorittaessa kokeilin vaikutusta tuloksiin muuttamalla ikkunoiden osuutta kokonaislämpöhäviöstä. Keskimäärin lämpöhäviön osuus kokonais-enerгияhävikistä on 15–25 % (14), joka puolestaan vaikeuttaa todellista laskentaa ja saneerauksen säästön tarkkaa määrittämistä. Energiansäästö vaihtelee noin 7 % riippuen siitä minkä arvon antaa ikkunoiden energiahävikin osuudelle. Laskelmaa kannattaa siis käyttää vain karkeaan arvioimiseen saneerauksen tuomasta säästöstä.

## Investoinnin tuotto

Ikkunoiden vaihto investointina antaa kaavalla (2) laskettuna lainan takaisinmaksuajan jälkeen 1,90 %:n vuosituoton. Laina-aikana käytettiin 15 vuotta ja korkona kiinteää 2 %:n korkoa. Laina-ajan aikana lämmityskustannuksissa säästetty säästö on huomattavasti pienempi kuin lainan vuotuiset kustannukset. Vuotuinen tuotto sijoitukselle on lainan ajan -5,81 %.

Taulukon 2. mukaan sijoitusta voitaisiin pitää heikkona eli alle 3 %.

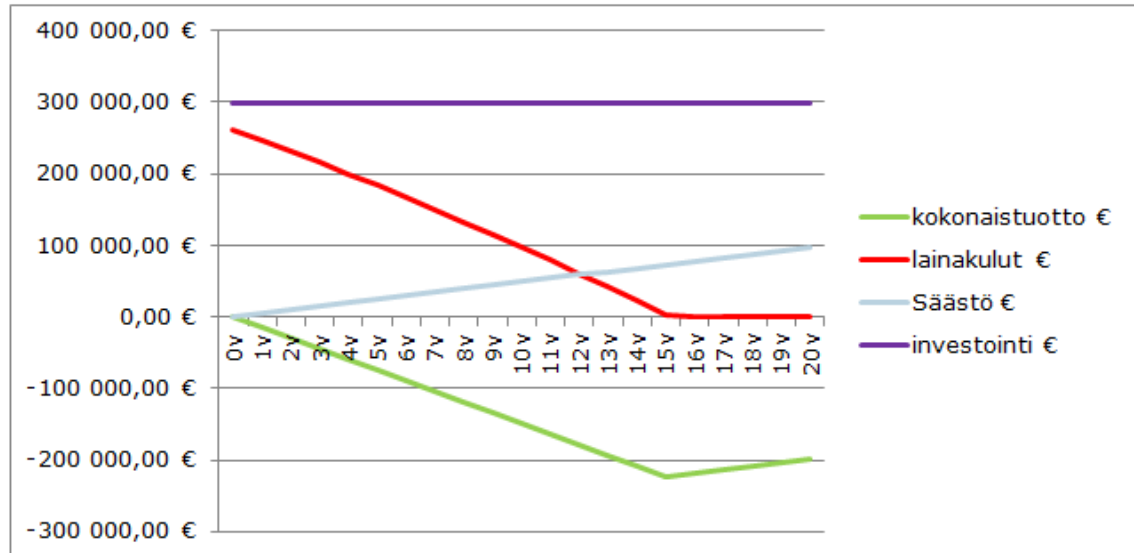
As Oy Suonionkatu 23:en tuottoa voidaan tarkastella aikajanalla avulla. Tuotto on esitetty kokonaistuottona tietyllä ajanhetkellä. Seuraavassa kuviossa 9. on esitetty investoinnin tuotto aikajanalla kuvattuna



Kuvio 9. Sijoituksen kokonaistuotto ajanhetkellä 0–20 vuotta

Kyseisessä kohteessa ikkunasaneerausinvestointi ei laskelmien mukaan tuolla aikavälillä tuottoa. Saneerauksen suuresta kustannuksesta ja pienestä vuosisäästöstä johtuen investoinnilla ei päästä järkevään tuottoon kohtuullisessa ajassa.

Investoinnin rahallista tuottoa voidaan tarkastella aikajanan avulla, jossa on esitetty kokonaistuotto tietyllä ajanhetkellä. Seuraavassa kuviossa 10 on esitetty investoinnin kokonaistuotto ja säästö euroina tietyllä ajanhetkellä sekä investoinnin lainakulut tietyllä ajanhetkellä ja investoinnin kokonaiskulut.



Kuvio 10. Investoinnin euromääräiset suuret

Yllä olevasta kuvioista 10. voidaan lukea investoinnin tuoma kokonaissäästö ajanhetkellä eli vuotuinen säästö ( $4\,895,19\text{ €} \cdot \text{ajankohta}$ ). Kokonaistuotolla tarkoitetaan säästöstä vähennettyjä kuluja eli lainanlyhennys ja koronosuus vähennettynä voidaan laskea kokonaistuotto euroina tietyllä ajanhetkellä.

## 6.7 As Oy Vihermäki, Espoo

As Oy Vihermäki Espoossa asennutti poistoilman lämmöntalteenoton kaukolämmön rinnalle samalla kun taloyhtiössä tehtiin linjasaneeraus (34).

Taloyhtiön tiedot:

- kolmekerroksinen kerrosrivitalo
- rakennusvuosi 1964
- 30 asuinhuoneistoa
- lämmitettävä pinta-ala 1573 m<sup>2</sup>
- lämmityskustannukset ennen saneerausta n. 34 483 €/v
- lämmityskustannukset saneerauksen jälkeen n. 26 024 €/v
- säästö n. 8 459 €/v

Kohteeseen asennettiin 21 kW lämpöpumppu ja kolme huippuimuria lämmöntalteenotolla varustettuna. Alla olevassa taulukossa 8 on vertailtu toteutuneita ja laskennallisia arvoja, jotka on saatu laskenta-alustan tuloksista. Laskennassa on käytetty kaukolämmön hintana 0,088 €/kWh ja sähkön hintana 0,11 €/kWh.

Oman laskennan tulokset kohteesta:

- lämmitysenergian kulutus kaukolämmöllä 392 000 kWh/v
- lämmityskulut kaukolämmöllä 34 496 €/v
- ostettava lämmitysenergia saneerauksen jälkeen 252 720 kWh/v
- lämmityskulut saneerauksen jälkeen 24 350 €/v
- säästö n. 10 146 €/v (29,4 %)

As Oy Vihermäki, Espoo, LTO kaukolämmön rinnalle		
	Toteutunut	Oma laskenta
<b>Vanha kulutus kWh/v</b>	-	392 000
<b>Vanha kulutus €/v</b>	34 483	34 496
<b>Uusi kulutus kWh/v</b>	-	252 720
<b>Uusi kulutus €/v</b>	26 024	24 349,60
<b>Säästö kWh/v</b>	-	139 280
<b>Säästö €/v</b>	8 459	10 146
<b>Takaisinmaksuaika</b>	9	8,8 vuotta
<b>Vuosituotto</b>	-	11,4 %

Taulukko 8. As Oy Vihermäen tulokset

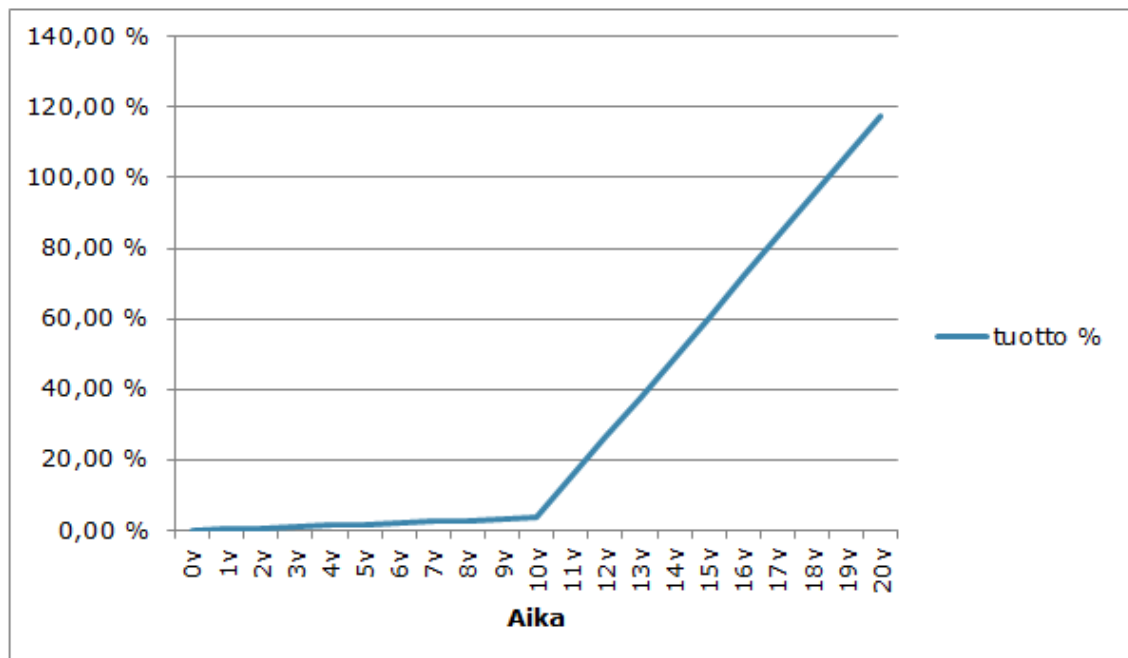
### Investoinnin tuotto

As Oy Vihermäen vuosittainen tuotto lainan takaisinmaksun jälkeen on kaavalla (2) laskettuna noin 11,4 %. Laskenta-alustan laskenta huomioi laskennassa myös lainan lyhennyksen ja korkojen osuuden vuotuista tuottoa laskiessa ja tällöin vuotuinen tuotto olisi 0,36 % laina-ajan loppuun asti ja sen jälkeen tuotto

saavuttaisi täyden arvon 11,4 % vuodessa. Korkojen laskennassa on käytetty jatkuvaa ja muuttumatonta 2 %:n korkoa ja 10 vuoden laina-aikaa.

Kyseisessä kohteessa sijoitusta voitaisiin pitää taulukon 2. mukaan hyvänä eli 10–15 %.

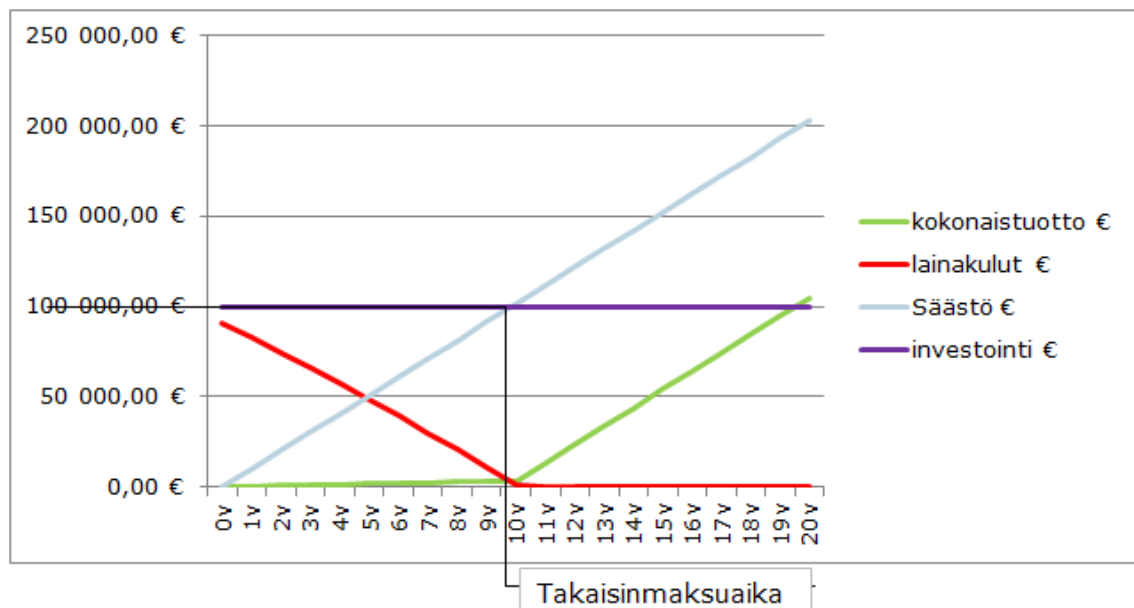
As Oy Vihermäen tuottoa voidaan tarkastella aikajanan avulla. Tuotto on esitetty kokonaistuotona tietyllä ajanhetkellä. Seuraavassa kuviossa 11. on esitetty investoinnin tuotto aikajanalla kuvattuna.



Kuvio 11. Sijoituksen kokonaistuotto ajanhetkellä 0–20 vuotta

Kuviosta voidaan lukea ajanjakso jolloin tuotto pysyy 0,36 %:n vuositasolla eli laina-ajan pituuden verran. LTO investointi kaukolämmön rinnalle voi laskelmien mukaan antaa 20 vuoden aikavälillä yli 110 %:n tuoton sijoitukselle.

Investoinnin rahallista tuottoa voidaan tarkastella aikajanan avulla, jossa on esitetty kokonaistuotto tietyllä ajanhetkellä. Seuraavassa kuviossa 12 on esitetty investoinnin kokonaistuotto ja säästö euroina tietyllä ajanhetkellä sekä investoinnin lainakulut tietyllä ajanhetkellä ja investoinnin kokonaiskulut.



Kuvio 12. Investoinnin euromääräiset suuret

Yllä olevasta kuviosta 12. voidaan lukea investoinnin tuoma kokonaissästäö ajanhetkellä eli vuotuinen säästö ( $10\,146,40\text{ €} \cdot \text{ajankohta}$ ). Kokonaistuotolla tarkoitetaan säästöstä vähennettyjä kuluja eli lainanlyhennys ja koronosuus vähennettynä voidaan laskea kokonaistuotto euroina tietyllä ajanhetkellä. Investoinnin kokonaishinta muodostuu urakan hinnasta ja tässä tapauksessa urakkahinnan suuruudesta lainasta sekä sen laina-ajan koroista.

Kuviosta voidaan myös lukea takaisinmaksuajan hetki, kun takaisinmaksuajassa huomioidaan velan korot. Investointi on maksanut itsensä takaisin, kun sen tuomat säästöt ylittävät investointiin käytetyt rahat. Aika on hieman pidempi kuin yksinkertaistetulla menetelmällä laskettu takaisinmaksuaika, jota on käytetty laskenta-alustan tuloksissa. Menetelmä ei kuitenkaan huomioi koron muutoksista aiheutuvaa epätarkkuutta.

## 6.8 Soukanahde 6, Espoon asunnot Oy

Soukanahde 6 asennutti poistoilman lämmöntalteenoton kaukolämmön rinnalle (34).

Taloyhtiön tiedot:

- seitsemänkerroksinen asuinkerrostalo
- rakennusvuosi 1969
- 35 asuinhuoneistoa
- lämmitettävä pinta-ala 2646 m<sup>2</sup>
- ostettava lämmitysenergia ennen saneerausta 338 500 kWh/v
- ostettava lämmitysenergia saneerauksen jälkeen 190 330 kWh/v
- lämmityskustannukset ennen saneerausta 25 388 €/v
- lämmityskustannukset saneerauksen jälkeen 16 609 €/v
- säästö n. 8779 €/v

Kohteeseen asennettiin 28 kW lämpöpumppu sekä yksi huippuimuri lämmöntalteenotolla varustettuna. Seuraavassa taulukossa 9 on vertailtu toteutuneita ja laskennallisia arvoja, jotka on saatu laskenta-alustan tuloksista. Laskennassa on käytetty kaukolämmön hintana 0,075 €/kWh ja sähkön hintana 0,11 €/kWh. Laskennassa on laskettu kaksi eri takaisinmaksuaikaa. Toinen on laskettu investoinnin laskennallisilla kustannuksilla ja toinen 40 %:n energia-avustuksella. Energia-avustuksen maksimimäärä on 40 % hankkeen hyväksytyistä kokonaiskustannuksista (41, s. 10.)

Oman laskennan tulokset kohteesta:

- lämmityskulut kaukolämmöllä 25 388 €/v
- ostettava lämmitysenergia saneerauksen jälkeen 220 620 kWh/v
- lämmityskulut saneerauksen jälkeen 19 529 €/v
- säästö 5 858 €/v (23 %)

Soukanahde 6, Espoon asunnot Oy, LTO kaukolämmön rinnalle		
	Toteutunut	Oma laskenta
<b>Vanha kulutus kWh/v</b>	338 500	338 500
<b>Vanha kulutus €/v</b>	25 388	25 388
<b>Uusi kulutus kWh/v</b>	190 330	220 620
<b>Uusi kulutus €/v</b>	16 609	19 529,20
<b>Säästö kWh/v</b>	-	117 880
<b>Säästö €/v</b>	8 779	5 858,30
<b>Takaisinmaksuaika</b>	8 vuotta (Energia-avustus huomioituna)	16,2 vuotta/ 9,7 vuotta (Energia-avustus huomioituna)
<b>Vuosituotto</b>	-	10,28 % / 11,49 %

Taulukko 9. Soukanahde 6:n tulokset

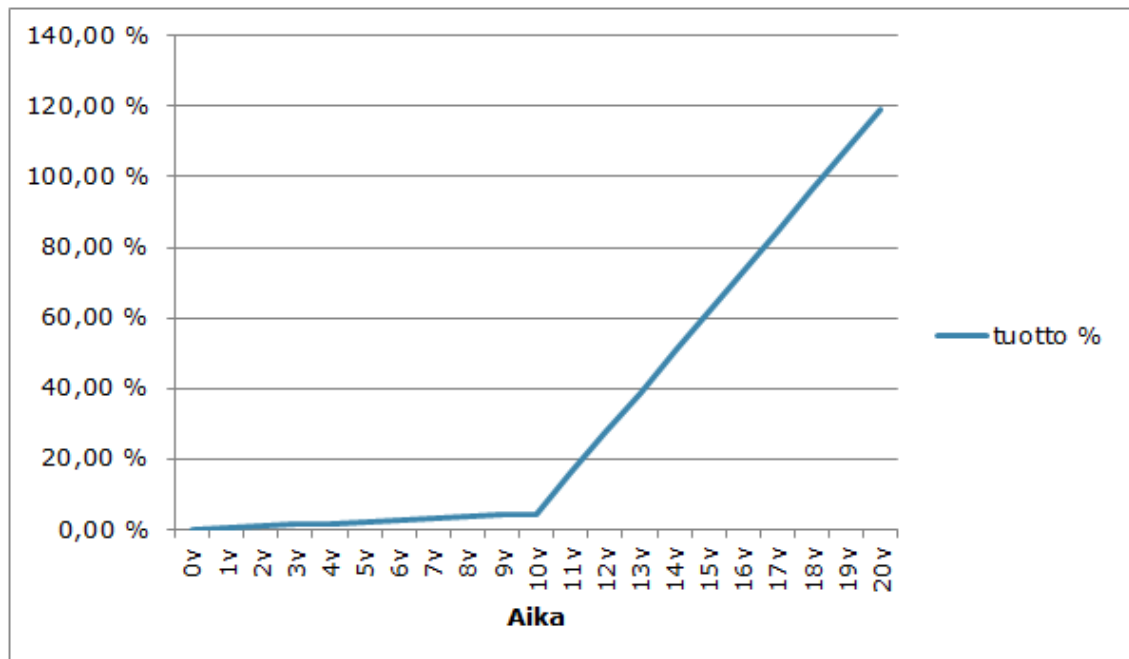
### Investoinnin tuotto

Soukanahde 6:n vuosittainen tuotto lainan takaisinmaksun jälkeen on kaavalla (2) laskettuna 11,49 %. Laskennassa on huomioitu energia-avustus 40 %. Laskenta-alustan laskenta huomioi laskennassa myös lainan lyhennyksen ja korkojen osuuden vuotuista tuottoa laskiessa ja tällöin vuotuinen tuotto olisi 0,45 % laina-ajan loppuun asti ja sen jälkeen tuotto saavuttaisi täyden arvon 11,49 % vuodessa. Korkojen laskennassa on käytetty jatkuvaa ja muuttumatonta 2 %:n korkoa ja 10 vuoden laina-aikaa.

Kyseisessä kohteessa sijoitusta voitaisiin pitää taulukon 2. mukaan hyvänä eli 10–15 %.

Soukanahde 6:n tuottoa voidaan tarkastella aikajanan avulla. Tuotto on esitetty kokonaistuottona tietyllä ajanhetkellä. Seuraavassa kuviossa 13. on esitetty investoinnin tuotto aikajanalla kuvattuna.

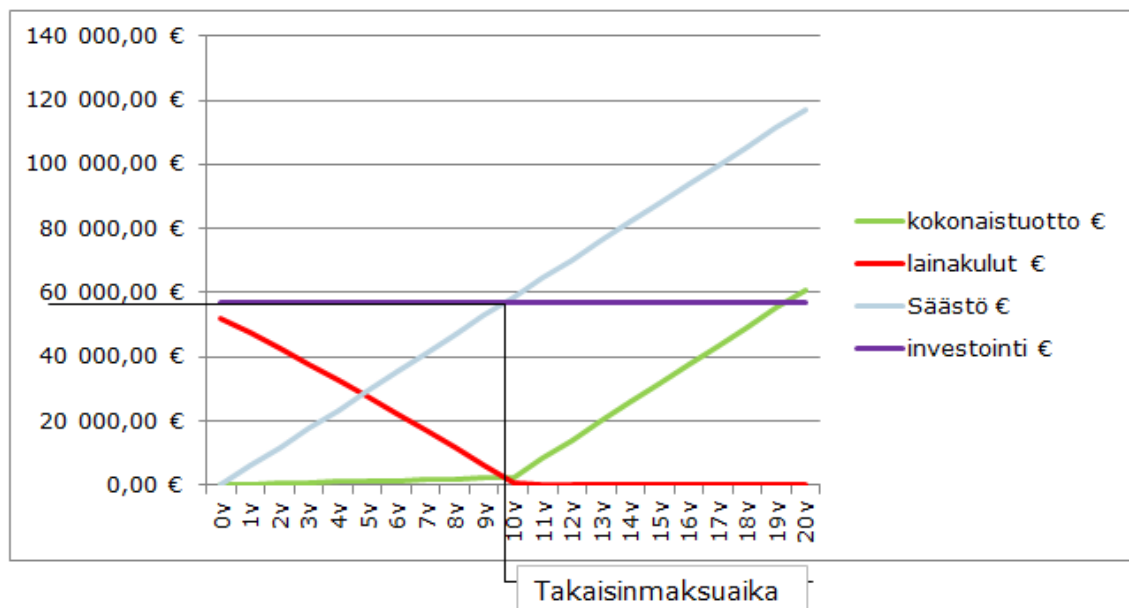




Kuvio 13. Sijoituksen kokonaistuotto ajanhetkellä 0–20 vuotta

Kuviosta voidaan lukea ajanjakso, jolloin tuotto pysyy 0,45 %:n vuositasolla eli laina-ajan pituuden verran. LTO-investointi kaukolämmön rinnalle voi laskelmien mukaan antaa 20 vuoden aikavälillä lähes 120 %:n tuoton sijoitukselle. Tuoton laskentaa pidemmälle aikavälille en pidä tarpeellisena, sillä laitteisto alkaa olla käyttöikänsä loppupuolella 20 vuoden jälkeen.

Investoinnin rahallista tuottoa voidaan tarkastella aikajanan avulla, jossa on esitetty kokonaistuotto tietyllä ajanhetkellä. Seuraavassa kuviossa 14 on esitetty investoinnin kokonaistuotto ja säästö euroina tietyllä ajanhetkellä sekä investoinnin lainakulut tietyllä ajanhetkellä ja investoinnin kokonaiskulut.



Kuvio 14. Investoinnin euromääräiset suuret

Yllä olevasta kuviosta 14. voidaan lukea investoinnin tuoma kokonaissäästö ajanhetkellä eli vuotuinen säästö ( $5\,858,30\text{ €} \cdot \text{ajankohta}$ ). Kokonaistuotolla tarkoitetaan säästöstä vähennettyjä kuluja eli lainanlyhennys ja koronosuus vähennettynä voidaan laskea kokonaistuotto euroina tietyllä ajanhetkellä. Investoinnin kokonaishinta muodostuu urakan hinnasta, josta on vähennetty 40 % energia-avustus ja tässä tapauksessa siihen tarvittavasta lainasta sekä sen laina-ajan koroista.

Kuviosta voidaan myös lukea takaisinmaksuajan hetki, kun takaisinmaksuajassa huomioidaan velan korot. Investointi on maksanut itsensä takaisin, kun sen tuomat säästöt ylittävät investointiin käytetyt rahat. Aika on hieman pidempi kuin yksinkertaistetulla menetelmällä laskettu takaisinmaksuaika, jota on käytetty laskenta-alustan tuloksissa. Menetelmä ei kuitenkaan huomioi koron muutoksista aiheutuvaa epätarkkuutta.

## 6.9 As Oy Vuorikilpi, Jyväskylä

As Oy Vuorikilpi asennutti lämmöntalteenoton kaukolämmön rinnalle 2013. (28;39)

Taloyhtiön tiedot:

- kuusikerroksinen asuinkerrostalo
- rakennusvuosi 1971
- 60 asuinhuoneistoa
- ostettava lämmitysenergia ennen saneerausta 750 000 kWh/v
- lämmitysenergian kulutus saneerauksen jälkeen laskenut 37 %
- säästö n. 17 000 €/v

Kohteeseen asennettiin 50 kW:n LTO-järjestelmä. Seuraavassa taulukossa 10 on vertailtu toteutuneita ja laskennallisia arvoja, jotka on saatu laskenta-alustan tuloksista. Laskennassa on käytetty kaukolämmön hintana 0,075 €/kWh ja sähkön hintana 0,11 €/kWh

Oman laskennan tulokset kohteesta:

- lämmityskulut kaukolämmöllä 56 250 €/v
- ostettava lämmitysenergia saneerauksen jälkeen 467 520 kWh/v
- lämmityskulut saneerauksen jälkeen 40 927 €/v
- säästö 15 323 €/v (27,24 %)

As Oy Vuorikilpi, Jyväskylä, LTO kaukolämmön rinnalle		
	Toteutunut	Oma laskenta
<b>Vanha kulutus kWh/v</b>	750 000	750 000
<b>Vanha kulutus €/v</b>	-	56 250
<b>Uusi kulutus kWh/v</b>	-	467 520
<b>Uusi kulutus €/v</b>	-	40 927
<b>Säästö kWh/v</b>	-	282 480
<b>Säästö €/v</b>	17 000	15 322,80
<b>Takaisinmaksuaika</b>	7	7,8 vuotta
<b>Vuosituotto</b>	-	12,77 %

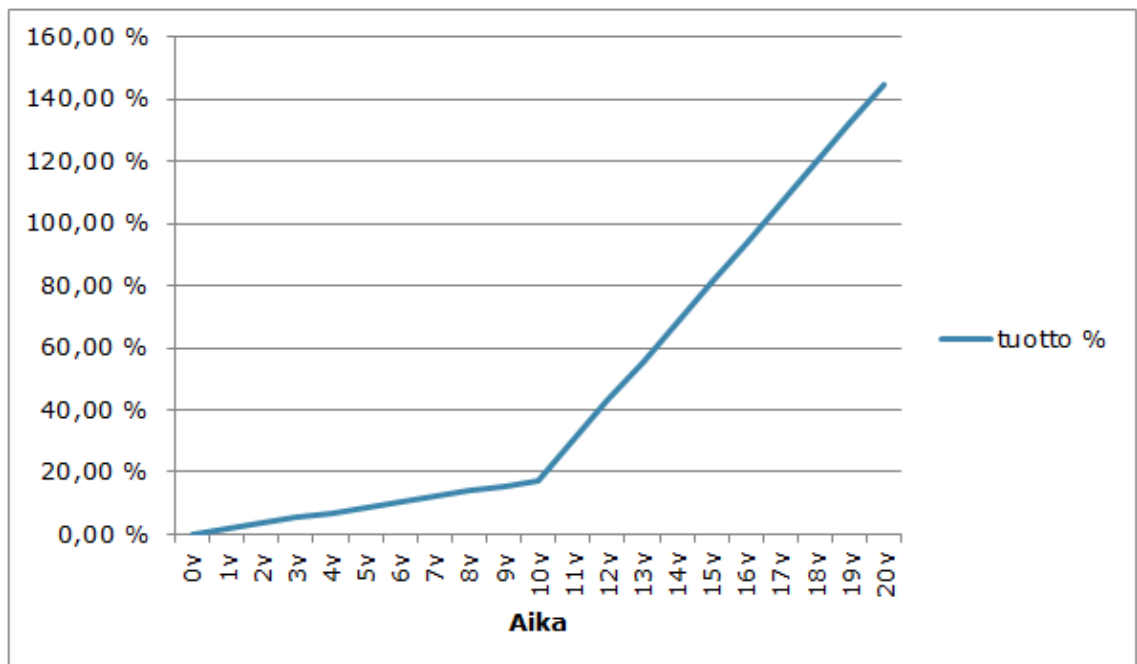
Taulukko 10. As Oy Vuorikilven tulokset

## Investoinnin tuotto

As Oy Vuorikilven vuosittainen tuotto lainan takaisinmaksun jälkeen on kaavalla (2) laskettuna 12,77 %. Laskenta-alustan laskenta huomioi laskennassa myös lainan lyhennyksen ja korkojen osuuden vuotuista tuottoa laskiessa ja tällöin vuotuinen tuotto olisi 1,73 % laina-ajan loppuun asti ja sen jälkeen tuotto saavuttaisi täyden arvon 12,77 % vuodessa. Korkojen laskennassa on käytetty jatkuvaa ja muuttumatonta 2 %:n korkoa ja 10 vuoden laina-aikaa.

Kyseisessä kohteessa sijoitusta voitaisiin pitää taulukon 2. mukaan hyvänä eli 10–15 %.

As Oy Vuorikilven tuottoa voidaan tarkastella aikajanan avulla. Tuotto on esitetty kokonaistuottona tietyllä ajanhetkellä. Seuraavassa kuviossa 15. on esitetty investoinnin tuotto aikajanalla kuvattuna.

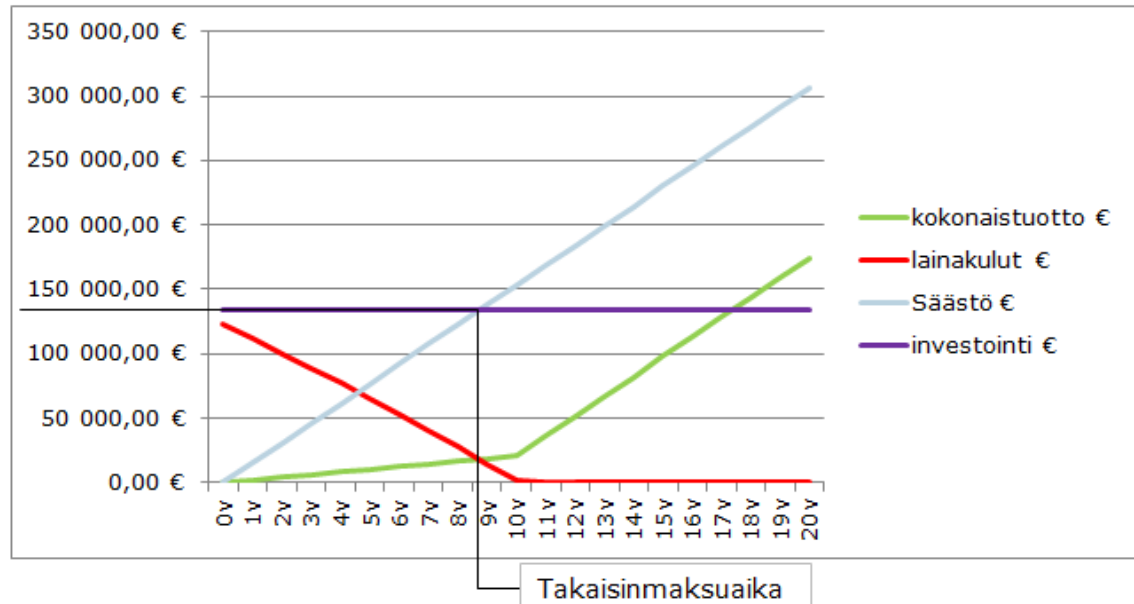


Kuvio 15. Sijoituksen kokonaistuotto ajanhetkellä 0–20 vuotta

Kyseisessä kohteessa LTO-investointi kaukolämmön rinnalle voi laskelmien mukaan antaa 20 vuoden aikavälillä yli 140 %:n tuoton sijoitukselle.

Investoinnin rahallista tuottoa voidaan tarkastella aikajanan avulla, jossa on esitetty kokonaistuotto tietyllä ajanhetkellä. Seuraavassa kuviossa 16 on esitetty

investoinnin kokonaistuotto ja säästö euroina tietyllä ajanhetkellä sekä investoinnin lainakulut tietyllä ajanhetkellä ja investoinnin kokonaiskulut.



Kuvio 16. Investoinnin euromääräiset suureet

Yllä olevasta kuviosta 16. voidaan lukea investoinnin tuoma kokonaissäästö ajanhetkellä eli vuotuinen säästö (15 322,80 € \* ajankohta). Kokonaistuotolla tarkoitetaan säästöstä vähennettyjä kuluja eli lainanlyhennys ja koronosuus vähennettynä voidaan laskea kokonaistuotto euroina tietyllä ajanhetkellä.

Kuviosta voidaan myös lukea takaisinmaksuajan hetki, kun takaisinmaksuajassa huomioidaan velan korot. Investointi on maksanut itsensä takaisin, kun sen tuomat säästöt ylittävät investointiin käytetyt rahat. Aika on hieman pidempi kuin yksinkertaistetulla menetelmällä laskettu takaisinmaksuaika, jota on käytetty laskenta-alustan tuloksissa. Menetelmä ei kuitenkaan huomioi koron muutoksista aiheutuvaa epätarkkuutta.

## 7 Kannattavuuden ja investoinnin tuoton vertailu

Eri energiasaneerauksia ja niiden kustannuksia laskiessa voi tuloksista päätellä, että kerrostaloon taloudellisesti kannattavimmat saneeraukset tutkituista ovat maalämpö ja lämmöntalteenotto. Maalämpö ja lämmöntalteenotto tarjoavat koh-

tuullisen takaisinmaksuajan sekä huomattavat säästöt vuositasolla. Takaisinmaksuajat pysyvät yleensä noin 5–15 vuoden välillä ja vuotuinen säästö on vähintään 20 %, parhaissa tapauksissa jopa 70 %:n luokkaa. Yllä lasketut Investointien tuotot on laskettu esimerkkikohteista havainnollistamaan saneerausten tuomaa hyötyä.

Lämmöntalteenotto ei tuota säästöä yhtä paljon kuin maalämpö, mutta investoinnin osuus on huomattavasti pienempi, mikä osaltaan voi antaa kannatustasen suhteen.

Lämmöntalteenoton ja maalämpösaneerauksen hyvinä puolina voi myös pitää sitä, että suurista säästöistä johtuen taloyhtiön yhtiövastiketta ei tarvitse välttämättä korottaa vaan laina voidaan maksaa kertyvillä säästöillä. Saneeraus on siis myös asukkaiden kannalta miellyttävämpi.

Laskennan perusteella Ikkunasaneerauksessa tai lisälämmöneristyksessä kerrostalomittakaavassa takaisinmaksuajat venyvät kohtuuttoman pitkiksi, jopa rakennuksen ja rakenteiden laskennallista elinkaarta pidemmäksi. Saneeraukset eivät ole taloudellisesti kannattavia toteuttaa tämän päivän energia- ja materiaalihinnoilla. Tilanne saattaa muuttua tulevaisuudessa riippuen energian hintakehityksestä ja rakennusosien hintakehityksestä.

Saneerauksien kannattavuutta tulee tarkastella tapauskohtaisesti ja vaikka ikkunasaneeraus tai lisäeristys ei taloudellisesti vaikuta kannattavalta investoinnilta voi se olla joissakin tapauksissa olla välttämätöntä tai kannattavaa tehdä muun saneerauksen yhteydessä. Lisäeristyksessä materiaalin hinta on huomattavan vähäinen työn osuuteen, joten lisäeristys voisi olla kannattavaa muun julkisivusaneerauksen yhteydessä. Saneerauksiin mahdollisesti saatava energiaavustus vaikuttaa myös merkittävästi hankkeen kannattavuuteen.

## **8 Yhteenveto ja pohdinnat**

Opinnäytetyön tavoite täyttyi mielestäni hyvin ja oma tietomäärä energiasaneerausten osalla lisääntyi huomattavasti. Työn aikana tuotettu laskenta-alusta on käyttökelpoinen työkalu ja sitä laajennettiin hieman myös muun julkisivusaneera-

rauksen laskentaan. Laskennan ja kuvioiden luonnista ei ole opinnäytetyössä esitetty tarkkoja menetelmiä, sillä laskenta-alusta pidetään yrityksen sisäisessä käytössä eikä sitä julkaista tämän opinnäytetyön liitteenä.

Tutkimuksien ja laskelmien perusteella energiasaneerauksen kannattavuus tulee tutkia aina tapauskohtaisesti. Tutkimuksien kohteena olleet maalämpösaneeraukset olivat tuottavia investointeja mutta se ei tarkoita automaattisesti, että kaikki kohteet saisivat saman kokoluokan säästöjä maalämmöstä. Maalämpö vaikuttaisi sitä kannattavammalta mitä suurempi energiankulutus rakennuksessa on, sillä suhteelliset säästöt alkuinvestointiin tulevat näin ollen suuremmiksi. Maalämmön kannattavuuteen vaikuttaa pääasiassa suuret alkuinvestoinnit, jotka tulisi hankkia säästöjen muodossa takaisin. Vähän kuluttavat rakennukset tuottavat siis huonommin investointina kuin paljon energiaa kuluttavat rakennukset.

Työn aikana tehtyjen tutkimuksien ja päätelmien perusteella on tulevaisuudessa myös itse helpompi esittää FCG:n asiakkaille mahdollisia vaihtoehtoja saneerauksista. Tapauskohtaisesti vaikka jotkin saneeraukset eivät kustannuksiltaan olisi järkeviä voi toissijainen hyöty, kuten kohteen kysynnän lisääntyminen tulla kustannuksia merkittävämmäksi tekijäksi.

Työssä olisi voinut mielestäni vielä pohtia hyötyjä erilaisten energiasaneerausten yhdistelyistä ja niiden hyödyistä. Työn laajuus olisi kuitenkin kasvanut huomattavasti suuremmaksi ja aikataulun kanssa olisi tullut tiukkaa tutkia niin laajaa asiaa täsmällisesti.

Työ valmistui hyvin aikataulussaan vaikka työhön käytettiinkin paljon aikaa. Työnantajan puolesta sai hyvin joustoa työaikaan ja opinnäytetyön teko onnistui normaalien työpäivien lomassa. Työstä jäänyt laskenta-alusta on myös helposti muokattavissa ja käytettävissä jatkossa työssä tarvittaviin laskentoihin.

## Kuvat

Kuva 1. Kaukolämmön tuotantoon käytettyjen polttoaineiden suhteelliset osuudet 2013, s. 8

Kuva 2. Maalämpöpumpun toimintaperiaate ja komponentit, s. 9

Kuva 3. Vaakaputkiston asennusperiaate, s. 10

Kuva 4. Energiakaivon periaate, s. 11

Kuva 5. Rakennuksen lämpötase kerrostalossa, s. 15

Kuva 6. Rakennuksen energiatodistus, s. 16

Kuva 7. Kivirakenteisen seinän ulkopuolinen lisäeristäminen, s. 18

Kuva 8. Lämmöntalteenotto poistoilmasta lämpöpumpun avulla, s. 20



## Kuviot

Kuvio 1. Sijoituksen kokonaistuotto ajanhetkellä 0–20 vuotta, s. 28

Kuvio 2. Investoinnin euromääräiset suureet, s. 29

Kuvio 3. Sijoituksen kokonaistuotto ajanhetkellä 0–20 vuotta, s. 32

Kuvio 4. Investoinnin euromääräiset suureet, s. 33

Kuvio 5. Sijoituksen kokonaistuotto ajanhetkellä 0–20 vuotta, s. 36

Kuvio 6. Investoinnin euromääräiset suureet, s. 37

Kuvio 7. Sijoituksen kokonaistuotto ajanhetkellä 0–20 vuotta, s. 39

Kuvio 8. Investoinnin euromääräiset suureet, s. 40

Kuvio 9. Sijoituksen kokonaistuotto ajanhetkellä 0–20 vuotta, s. 42

Kuvio 10. Investoinnin euromääräiset suureet, s. 43

Kuvio 11. Sijoituksen kokonaistuotto ajanhetkellä 0–20 vuotta, s. 45

Kuvio 12. Investoinnin euromääräiset suureet, s. 46

Kuvio 13. Sijoituksen kokonaistuotto ajanhetkellä 0–20 vuotta, s. 49

Kuvio 14. Investoinnin euromääräiset suureet, s. 50

Kuvio 15. Sijoituksen kokonaistuotto ajanhetkellä 0–20 vuotta, s. 52

Kuvio 16. Investoinnin euromääräiset suureet, s. 53

## **Taulukot**

Taulukko 1. Minimietäisyydet, s.10

Taulukko 2. Sijoitetun pääoman tuoton viitteelliset normiarvot, s.25

Taulukko 3. As Oy Gesterbyntien tulokset, s. 27

Taulukko 4. As Oy Kivelänkatu 1b:n tulokset, s. 31

Taulukko 5. As Oy Itä - Taimelan tulokset, s. 35

Taulukko 6. As Oy Suonionkatu 23 tulokset, s. 38

Taulukko 7. As Oy Suonionkatu 23 tulokset, s. 41

Taulukko 8. As Oy Vihermäen tulokset, s. 44

Taulukko 9. Soukanahde 6:n tulokset, s. 48

Taulukko 10. As Oy Vuorikilven tulokset, s. 51

## Lähteet

1. Motiva 2015. <http://www.motiva.fi/kaukolampo>. Luettu 28.1.2016.
2. lämpöäläheltä.fi. <http://www.lampoalahelta.fi/>. Luettu 28.1.2016.
3. Maalämpö.  
<http://www.livesmart360finland.fi/maalampo/>. Luettu 10.1.2016.
4. SENERA Oy.  
<http://www.senera.fi/Maalampo/>. Luettu 10.1.2016.
5. Maalämpöpumppu  
<http://www.maalampopumppu.info/maalampopumpun-toimintaperiaate/>.  
Luettu 10.1.2016.
6. Satatech Oy. [www.lannenilmatekniikka.fi](http://www.lannenilmatekniikka.fi) -Lämpöpumpun toiminta PDF.  
Luettu 10.1.2016.
7. Juvonen & Lapinlampi 2013. Ympäristöministeriö. Ympäristöopas 2013. Energiakaivo- Maalämmön hyödyntäminen pientaloissa. Luettu 11.1.2016.
8. Ekolämpö 2015. <http://www.maalampokerrostaloon.com/maalammon-keruupiiri-osa-2-vaakaputkisto/>. Luettu 11.1.2016.
9. Ekolämpö 2015. <http://www.maalampokerrostaloon.com/maalammon-keruupiiri-osa-1-lampokaivo/>. Luettu 11.1.2016.
10. Vapaavuori & Martinkauppi 2011. Valtioneuvoston asetus maankäyttö-, ja rakennusasetuksen 62 ja 62§:n muuttamisesta.  
<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2011/20110283>. Luettu 11.1.2016.
11. SENERA Oy. <http://www.senera.fi/Maalampo/Maaviilea/>. Luettu 15.1.2016.
12. Tuottolämpö. <http://www.tuottolampo.com/maalampo.html>. Luettu 15.1.2016.
13. Ympäristöministeriö. 2014. [http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Rakentaminen/Rakennuksen\\_energia\\_ja\\_ekotehokkuus](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Rakentaminen/Rakennuksen_energia_ja_ekotehokkuus). Luettu 15.1.2016.
14. Motiva 2015.  
[http://www.motiva.fi/koti\\_ja\\_asuminen/taloyhtiot/energiaeksperttitoiminta/tietoja\\_energian\\_ja\\_vedenkulutuksesta/lammitysenergiankulutus](http://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/taloyhtiot/energiaeksperttitoiminta/tietoja_energian_ja_vedenkulutuksesta/lammitysenergiankulutus). Luettu 16.1.2016.
15. Energiatodistus.info <http://www.energiatodistus.info/>. Luettu 28.1.2016.

16. Motiva 2015. <http://energiatodistus.motiva.fi/mika-on-energiatodistus/>.  
Luettu 28.1.2016.
17. Omataloyhtiö.fi 2011.  
[http://www.omataloyhtio.fi/artikkelit/7439/tarkasta\\_taloyhtiosi\\_energialuokka.htm](http://www.omataloyhtio.fi/artikkelit/7439/tarkasta_taloyhtiosi_energialuokka.htm). Luettu 28.1.2016.
18. VTT raportti 2010. VTT-R-04017-10. Luettu 28.1.2016.
19. Isover. <http://www.isover.fi/ratkaisut/korjausrakentaminen/pien-ja-rivitalot/ulkoseinan-lisaeristys>. Luettu 16.1.2016.
20. Paroc. [http://www.paroc.fi/ratkaisut-tuotteet/ratkaisut/rakennusten-eristaminen/korjausrakentaminen/ulkoseinat--korjausrakentaminen/kivirakenteisten-ulkoseinien-lisalammoneristaminen?sc\\_lang=fi-FI](http://www.paroc.fi/ratkaisut-tuotteet/ratkaisut/rakennusten-eristaminen/korjausrakentaminen/ulkoseinat--korjausrakentaminen/kivirakenteisten-ulkoseinien-lisalammoneristaminen?sc_lang=fi-FI). Luettu 16.1.2016.
21. Lommi 2010. Meidäntalo. Ikkunat ja ovet uusiksi.  
<http://www.meidantalo.fi/lammitys/ikkunat-ja-ovet-uusiksi>. Luettu 18.1.2016.
22. Virta & Pylsy 2011. Taloyhtiön Energiakirja. Luettu 20.1.2016.
23. Lämminkoti. Lämmön talteenotto.  
<http://www.lamminkoti.fi/index.php?k=17619>. Luettu 20.1.2016.
24. Thereco. Lämmön talteenotto kerrostaloissa.  
<http://www.rspartners.fi/laitteistot/8-laemmoen-talteenoton-saneeraus>.  
Luettu 21.1.2016.
25. Omataloyhtiö 2011.  
[http://www.omataloyhtio.fi/artikkelit/7111/1960luvun\\_kerrostalojen\\_julkisivujen.htm](http://www.omataloyhtio.fi/artikkelit/7111/1960luvun_kerrostalojen_julkisivujen.htm). Luettu 23.1.2016.
26. Mobair.  
[http://www.mobair.fi/sites/default/files/styles/large/public/kerrostalon\\_peruskorjaus.jpg](http://www.mobair.fi/sites/default/files/styles/large/public/kerrostalon_peruskorjaus.jpg). Luettu 25.1.2016.
27. Seppänen, Olli 2001. Rakennusten Lämmitys. Suomen LVI-liitto ry. Luettu 1.2.2016.
28. Retermia Oy 2014. Retermia news. Luettu 1.2.2016.
29. Lämpövinkki Oy.  
[http://www.lampovinkki.fi/DowebEasyCMS/?Page=Maalammonhyodytesi\\_merkkeina](http://www.lampovinkki.fi/DowebEasyCMS/?Page=Maalammonhyodytesi_merkkeina). Luettu 25.1.2016.
30. Scanoffice Oy. <http://www.scanoffice.fi/fi/tuotteet/yleista-faktaa-lampopumpuista/maalampo-hyodyt-ja-kustannukset>. Luettu 27.1.2016.

31. Maalämpö. <http://www.maalampo.org/maalampopumppu/>. Luettu 27.1.2016.
32. Pirkanmaan energiakartoitus Oy.  
<http://www.energiakartoitus.fi/palvelut/lisaeristys/>. Luettu 27.1.2016.
33. Fenestra Oy. <http://www.fenestra.ee/Hyva-tietaa>. Luettu 27.1.2016.
34. SENERA Oy. [http://www.senera.fi/Maalampo\\_Referenssit\\_Kerrostalot](http://www.senera.fi/Maalampo_Referenssit_Kerrostalot).  
Luettu 30.1.2016.
35. SENERA Oy.  
[http://www.senera.fi/Rivi\\_ja\\_kerrostalot/Poistoilman\\_lammon\\_talteenotto/](http://www.senera.fi/Rivi_ja_kerrostalot/Poistoilman_lammon_talteenotto/)  
. Luettu 30.1.2016.
36. YT22. Investoinnin laskentaopas. PDF-dokumentti. [ki.agileus.fi/files/yt22\\_investoinnin\\_laskenta\\_bussoulu.pdf](http://ki.agileus.fi/files/yt22_investoinnin_laskenta_bussoulu.pdf) takaisinmaksujan laskenta. Luettu 1.2.2016.
37. Kemira. <http://www.kemira.com/fi/sijoittajat/taloustieto/tunnuslukujen-laskentakaavat/sivut/default.aspx>. Luettu 1.2.2016.
38. Balance Consulting.  
[http://www.balanceconsulting.fi/tunnusluvut/sijoitetun\\_paaoman\\_tuotto](http://www.balanceconsulting.fi/tunnusluvut/sijoitetun_paaoman_tuotto).  
Luettu 2.2.2016.
39. Enermix Oy. <http://www.enermix.fi/asennuskohteitamme/kerrostalot/as-oy-vuorikilpi>. Luettu 2.2.2016.
40. Motiva 2010. Polttoaineiden lämpöarvot, hyötysuhteet ja hiilidioksidin ominaispäästökertoimet sekä energian hinnat, PDF-dokumentti. Luettu 3.2.2016.
41. ARA 2015. Korjaus ja energia-avustusohje 2015 PDF- dokumentti. Luettu 3.2.2016.
42. Energiateollisuus. 2015. Kaukolämmön hinnat 1.7.2015, PDF- dokumentti. <http://energia.fi/tilastot/kaukolammon-hinnat-tyyppitaloissa-eri-paikkakunnilla>. Luettu 4.2.2016.
43. Mattila, Jussi 2010. Suomen Betoniyhdistys r.y. Julkisivujen korjaussuunnittelu ja korjausten hintatietous, PDF-dokumentti. Luettu 4.2.2016.

As Oy Gesterbyntie 3			
Osoite: Gesterbyntie 3 Kirkkonummi		Kortteli: 0 Tontti: 0	
Rakennusten lukumäärä: 3 Asuinhuoneistoja: 91+2		Rakennusvuosi: 1972-73 Huoneistoala: m2	
Nykyinen lämmitysmuoto----->		Kaukolämpö	
Saneeraustapa----->		Maalämpö	
Oma raha € 0	Lainan määrä € 459 720,00	korko 2,00 %	
Yhteenveto:	Laina-aika v 15,00		
	Kuukausierä 2 958,34 €	€/kk	
Investointi 459 720,00 €			
Vanha kulutus	960 000 kWh 105 600,00 € -----	litraa	
Uusi kulutus	288 000 kWh 31 680,00 € -----	litraa	
Säästö	672 000 kWh 73 920,00 € -----	litraa	
70,00 %			
Takaisinmaksuaika 6,2 vuotta			

<b>Tuotto</b>			<b>Säästö</b>	
1v	38 419,94 €	8,36 %	1v	73 920 €
5v	192 099,71 €	41,79 %	5v	369 600 €
10v	384 199,42 €	83,57 %	10v	739 200 €
15v	576 299,12 €	125,36 %	15v	1 108 800 €
20v	945 899,12 €	205,76 %	20v	1 478 400 €

<b><u>As Oy Kivelänkatu 1 b</u></b>			
<b>Osoite:</b> Kivelänkatu 1 Helsinki		<b>Kortteli:</b> 0 <b>Tontti:</b> 0	
<b>Rakennusten lukumäärä:</b> 1 <b>Asuinhuoneistoja:</b> 19		<b>Rakennusvuosi:</b> 1934 <b>Huoneistoala:</b> m2	
<b>Nykyinen lämmitysmuoto</b> ----->		Kaukolämpö	
<b>Saneeraustapa</b> ----->		Maalämpö	
<b>Oma raha €</b> 0	<b>Lainan määrä €</b> 88 944,00	<b>korko</b> 2,00 %	
<b>Yhteenveto:</b>	<b>Laina-aika v</b> 10,00		
	<b>Kuukausierä</b> 818,40 €	€/kk	
<b>Investointi</b> 88 944,00 €			
<b>Vanha kulutus</b>		180 700 kWh 13 191,10 € ----- litraa	
<b>Uusi kulutus</b>		62 643 kWh 7 241,49 € ----- litraa	
<b>Säästö</b>		118 057 kWh 5 949,61 € ----- litraa 45,10 %	
<b>Takaisinmaksuaika</b> 14,9 vuotta			

Tuotto			Säästö	
1v	-3 871,25 €	-4,35 %	1v	5 950 €
5v	-19 356,23 €	-21,76 %	5v	29 748 €
10v	-38 712,46 €	-43,52 %	10v	59 496 €
15v	-8 964,42 €	-10,08 %	15v	89 244 €
20v	20 783,62 €	23,37 %	20v	118 992 €

<b><u>As Oy Itä - Taimela</u></b>			
<b>Osoite:</b> 0 Viiala		<b>Kortteli:</b> 0 <b>Tontti:</b> 0	
<b>Rakennusten lukumäärä:</b> 1 <b>Asuinhuoneistoja:</b> 18		<b>Rakennusvuosi:</b> 1965 <b>Huoneistoala:</b> m2	
<b>Nykyinen lämmitysmuoto</b> -----> Öljy <b>Saneeraustapa</b> -----> Maalämpö			
<b>Oma raha €</b> 0	<b>Lainan määrä €</b> 94 824,00	<b>korko</b> 2,00 %	
<b>Yhteenveto:</b>	<b>Laina-aika v</b> 10,00		
	<b>Kuukausierä</b> 872,51 €		
<b>Investointi</b> 94 824,00 €			
<b>Vanha kulutus</b> <div style="text-align: right;"> 203 406 kWh  22 330,00 €  20 300 litraa </div>			
<b>Uusi kulutus</b> <div style="text-align: right;"> 70 514 kWh  8 109,12 €  0 litraa </div>			
<b>Säästö</b> <div style="text-align: right;"> 132 892 kWh  14 220,88 €  20 300 litraa  63,69 % </div>			
<b>Takaisinmaksuaika</b> 6,7 vuotta			

Tuotto			Säästö	
1v	3 750,78 €	3,96 %	1v	14 221 €
5v	18 753,90 €	19,78 %	5v	71 104 €
10v	37 507,80 €	39,56 %	10v	142 209 €
15v	108 612,21 €	114,54 %	15v	213 313 €
20v	179 716,61 €	189,53 %	20v	284 418 €



<b><u>As Oy Suonionkatu 23</u></b>			
<b>Osoite:</b> 0 Lappeenranta		<b>Kortteli:</b> 0 <b>Tontti:</b> 0	
<b>Rakennusten lukumäärä:</b> 1 <b>Asuinhuoneistoja:</b> 41+2		<b>Rakennusvuosi:</b> 1950 <b>Huoneistoala:</b> m2	
<b>Nykyinen lämmitysmuoto</b> ----->		Kaukolämpö	
<b>Saneeraustapa</b> ----->		Lisäeristys	
<b>Oma raha €</b> 0	<b>Lainan määrä €</b> 298 500,00	<b>korko</b> 2,00 %	
<b>Yhteenveto:</b>	<b>Laina-aika v</b> 15,00		
	<b>Kuukausierä</b> 1 920,87 €		
<b>Investointi</b> 298 500,00 €			
<b>Vanha kulutus</b>		455 000 kWh	
		36 713,95 €	
		----- litraa	
<b>Uusi kulutus</b>		427 895 kWh	
		34 526,83 €	
		----- litraa	
<b>Säästö</b>		27 105 kWh	
		2 187,12 €	
		----- litraa	
		5,96 %	
<b>Takaisinmaksuaika</b> 136,5 vuotta			

Tuotto			Säästö	
1v	-20 863,36 €	-6,99 %	1v	2 187 €
5v	-104 316,79 €	-34,95 %	5v	10 936 €
10v	-208 633,57 €	-69,89 %	10v	21 871 €
15v	-312 950,36 €	-104,84 %	15v	32 807 €
20v	-302 014,74 €	-101,18 %	20v	43 742 €

<b><u>As Oy Suonionkatu 23</u></b>			
<b>Osoite:</b> 0 Lappeenranta		<b>Kortteli:</b> 0 <b>Tontti:</b> 0	
<b>Rakennusten lukumäärä:</b> 1 <b>Asuinhuoneistoja:</b> 41+2		<b>Rakennusvuosi:</b> 1950 <b>Huoneistoala:</b> m2	
<b>Nykyinen lämmitysmuoto</b> ----->		Kaukolämpö	
<b>Saneeraustapa</b> ----->		Ikkuna/ovien vaihto	
<b>Oma raha €</b> 0	<b>Lainan määrä €</b> 257 500,00	<b>korko</b> 2,00 %	
<b>Yhteenveto:</b>	<b>Laina-aika v</b> 15,00		
	<b>Kuukausierä</b> 1 657,03 €		
<b>Investointi</b> 257 500,00 €			
<b>Vanha kulutus</b>		455 000 kWh	
		36 713,95 €	
		----- litraa	
<b>Uusi kulutus</b>		394 333 kWh	
		31 818,76 €	
		----- litraa	
<b>Säästö</b>		60 667 kWh	
		4 895,19 €	
		----- litraa	
		13,33 %	
<b>Takaisinmaksuaika</b> 52,6 vuotta			

Tuotto			Säästö	
1v	-14 989,23 €	-5,82 %	1v	4 895 €
5v	-74 946,13 €	-29,11 %	5v	24 476 €
10v	-149 892,26 €	-58,21 %	10v	48 952 €
15v	-224 838,38 €	-87,32 %	15v	73 428 €
20v	-200 362,42 €	-77,81 %	20v	97 904 €

<b><u>As Oy Vihermäki</u></b>			
<b>Osoite:</b> 0 Espoo		<b>Kortteli:</b> 0 <b>Tontti:</b> 0	
<b>Rakennusten lukumäärä:</b> 1 <b>Asuinhuoneistoja:</b> 18		<b>Rakennusvuosi:</b> 1964 <b>Huoneistoala:</b> m2	
<b>Nykyinen lämmitysmuoto</b> -----> Kaukolämpö <b>Saneeraustapa</b> -----> LTO			
<b>Oma raha €</b> 0	<b>Lainan määrä €</b> 89 000,00	<b>korko</b> 2,00 %	
<b>Yhteenveto:</b>	<b>Laina-aika v</b> 10,00		
	<b>Kuukausierä</b> 818,92 €		
<b>Investointi</b> 89 000,00 €			
<b>Vanha kulutus</b> <div style="float: right; text-align: right;"> 392 000 kWh  34 496,00 €  ----- litraa </div>			
<b>Uusi kulutus</b> <div style="float: right; text-align: right;"> 252 720 kWh  24 349,60 €  ----- litraa </div>			
<b>Säästö</b> <div style="float: right; text-align: right;"> 139 280 kWh  10 146,40 €  ----- litraa  29,41 % </div>			
<b>Takaisinmaksuaika</b> 8,8 vuotta			

Tuotto			Säästö	
1v	319,36 €	0,36 %	1v	10 146 €
5v	1 596,82 €	1,79 %	5v	50 732 €
10v	3 193,63 €	3,59 %	10v	101 464 €
15v	53 925,63 €	60,59 %	15v	152 196 €
20v	104 657,63 €	117,59 %	20v	202 928 €

<b><u>Soukanahde 6</u></b>			
<b>Osoite:</b> 0 Espoo		<b>Kortteli:</b> 0 <b>Tontti:</b> 0	
<b>Rakennusten lukumäärä:</b> 1 <b>Asuinhuoneistoja:</b> 35		<b>Rakennusvuosi:</b> 1969 <b>Rakennusala</b> 0 m2	
<b>Nykyinen lämmitysmuoto</b> -----> Kaukolämpö <b>Saneeraustapa</b> -----> LTO			
<b>Oma raha €</b> 0	<b>Lainan määrä €</b> 51 000,00	<b>korko</b> 2,00 %	
<b>Yhteenveto:</b>	<b>Laina-aika v</b> 10,00		
	<b>Kuukausierä</b> 469,27 €	€/kk	
<b>Investointi</b> 85 000,00 €			
<b>Vanha kulutus</b> 338 500 kWh 25 387,50 € ----- litraa			
<b>Uusi kulutus</b> 220 620 kWh 19 529,20 €			
<b>Säästö</b> 117 880 kWh 5 858,30 €  23,08 %			
<b>Takaisinmaksuaika</b> 8,7 vuotta			

Tuotto			Säästö	
1v	227,08 €	0,45 %	1v	5 858 €
5v	1 135,38 €	2,23 %	5v	29 292 €
10v	2 270,77 €	4,45 %	10v	58 583 €
15v	31 562,27 €	61,89 %	15v	87 875 €
20v	60 853,77 €	119,32 %	20v	117 166 €

<b><u>As Oy Vuorikilpi</u></b>			
<b>Osoite:</b> 0 Jyväskylä		<b>Kortteli:</b> 0 <b>Tontti:</b> 0	
<b>Rakennusten lukumäärä:</b> 1 <b>Asuinhuoneistoja:</b> 60		<b>Rakennusvuosi:</b> 1971 <b>Rakennusala</b> 0 m2	
<b>Nykyinen lämmitysmuoto</b> -----> Kaukolämpö <b>Saneeraustapa</b> -----> LTO			
<b>Oma raha €</b> 0	<b>Lainan määrä €</b> 120 000,00	<b>korko</b> 2,00 %	
<b>Yhteenveto:</b>	<b>Laina-aika v</b> 10,00		
	<b>Kuukausierä</b> 1 104,16 €		
<b>Investointi</b> 120 000,00 €			
<b>Vanha kulutus</b>		<div> <div>750 000 kWh</div> <div>56 250,00 €</div> <div>----- litraa</div> </div>	
<b>Uusi kulutus</b>		<div> <div>467 520 kWh</div> <div>40 927,20 €</div> </div>	
<b>Säästö</b>		<div> <div>282 480 kWh</div> <div>15 322,80 €</div> <div>27,24 %</div> </div>	
<b>Takaisinmaksuaika</b> 7,8 vuotta			

Tuotto			Säästö	
1v	2 072,86 €	1,73 %	1v	15 323 €
5v	10 364,31 €	8,64 %	5v	76 614 €
10v	20 728,63 €	17,27 %	10v	153 228 €
15v	97 342,63 €	81,12 %	15v	229 842 €
20v	173 956,63 €	144,96 %	20v	306 456 €